

**Family list**

2 family member for:

**JP10255983**

Derived from 1 application.

[Back to JP10255983](#)

**1 DISPLAY ELEMENT**

Publication info: **JP3828980B2 B2** - 2006-10-04

**JP10255983 A** - 1998-09-25

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

## DISPLAY ELEMENT

Publication number: JP10255983

Publication date: 1998-09-25

Inventor: KAWAMURA HISAYUKI; HOSOKAWA CHISHIO

Applicant: IDEMITSU KOSAN CO

Classification:

- international: H05B33/12; H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22;  
H05B33/12; H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22;  
(IPC1-7): H05B33/22; H05B33/14

- european:

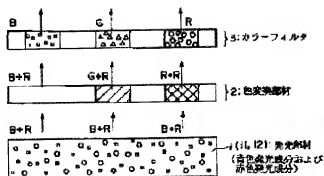
Application number: JP19970078946 19970313

Priority number(s): JP19970078946 19970313

Report a data error here

## Abstract of JP10255983

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a display element in which red-color conversion efficiency is improved, and in which light emission of three primary colors can be performed at high efficiency. **SOLUTION:** In a display element in which a light emitting member 1 and a color converting member 2 are disposed in order in a light takeout direction, the light emitting member 1 includes a blue color light emitting component (B) 11 and a red color light emitting component (R) 12, brightness ratio of the blue color light emitting component 11 to the red color light emitting component ((B):(R)) is 20:1-1:1, and a color filter 3 is disposed on the light takeout side of the color converting member 2.



特開平10-255983

(43)公開日 平成10年(1998)9月25日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
H05B 33/22  
33/14

識別記号

F I  
H05B 33/22  
33/14

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全24頁)

(21)出願番号 特願平9-78946

(22)出願日 平成9年(1997)3月13日

(71)出願人 000183646  
出光興産株式会社  
東京都千代田区九の内3丁目1番1号

(72)発明者 川村 久幸  
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72)発明者 細川 地朗  
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

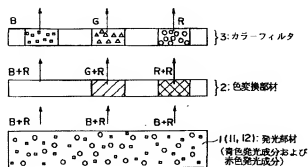
(74)代理人 弁理士 渡辺 嘉平 (外1名)

(54) 【発明の名称】表示素子

(57) 【要約】

【課題】 赤色変換効率を向上させ、高効率の三原色発光を可能とする表示素子を提供する。

【解決手段】 発光部材１と色変換部材２とを光取り出し方向に順次配設した表示素子において、発光部材１が、青色発光成分（Ｂ）１１および赤色発光成分（Ｒ）１２を含み、この青色発光成分の赤色発光成分に対する輝度の比（Ｂ）：（Ｒ）が、２：０．１～１：１であり、かつ色変換部材２の光取り出し側にカラーフィルタ２を配設してなることを特徴とする表示素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光部材と色変換部材とを光取り出し方向に順次配設した表示素子において、

発光部材が、青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) を含み、この青色発光成分の赤色発光成分に対する輝度の比 (B) : (R) が、2.0 : 1 ~ 1 : 1 であり、かつ色変換部材の光取り出し側にカラーフィルタを配設してなることを特徴とする表示素子。

【請求項 2】 前記発光部材が、青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) を混合して互いに分散させてなるものである請求項 1 記載の表示素子。

【請求項 3】 前記発光部材が、青色発光成分 (B) を含む層と赤色発光成分 (R) を含む層とを積層または貼合せてなる請求項 1 記載の表示素子。

【請求項 4】 前記発光部材に含まれる青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) が、それぞれ青色発光をする有機電界発光素子および赤色発光をする有機電界発光素子である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の表示素子。

【請求項 5】 前記発光部材が、一対の電極間に挟持されてなる請求項 4 記載の表示素子。

【請求項 6】 前記青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) の発光のピーク波長が、それぞれ 450 ~ 500 nm および 580 ~ 700 nm である請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の表示素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、多色発光装置に関する。さらに詳しくは、民生用、工業用の表示機器、カラーディスプレイ等に好適に用いられる表示素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 有機電界発光素子 (以下有機 EL 素子という) を用いて、テレビ等のカラー表示素子を作る為には、青・緑・赤色の光の三原色を発光する画素をつくる必要がある。その為の手法としては、図 4 に示すように大別して以下の二つの方法がある。

① 三原色が全て含まれている白色発光からカラーフィルタを用いて青・緑・赤色をそれぞれ取り出す方法 (白色法)

この方法は図 4 (a) に示す積層型と図 4 (b) に示す混合型とがある。

② 青・緑・赤色のそれぞれの発光素子を画面上に配列する方法 (三色配列法) (図 4 (c))

しかし、有機 EL 素子は赤色発光が難しく、他の緑色、青色と同程度の発光効率、半減寿命を有する赤色発光有機 EL 素子は未だ得られていない。その為②の三色配列法においても優れた赤色発光材料の開発が課題として残っている。また、①の白色法も、赤色発光成分が必要であり、各色発光素子を積層するにしても、各色の発光材

料を混合して互いに分散させるにしても、やはり優れた赤色発光材料が必要である。

【0003】 一方、上記 2 つのカラー化方法の他に色変換法が知られている (図 4 (d))。これは所定の波長の光を蛍光色素に照射することにより蛍光色素を励起し、より長波長の光に変換するという方法である。これを用いて青色発光をより長波長の緑色、赤色に変換する方法が知られている。しかし、青色を赤色に変換するにはエネルギーの差が大きく、変換効率が青色から緑色に変換する場合に比べて低いという問題があった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上述の問題に鑑みられたものであり、赤色変換効率を向上させ、高効率の三原色発光を可能とする表示素子を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明によれば、発光部材と色変換部材とを光取り出し方向に順次配設した表示素子において、発光部材が、青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) を含み、この青色発光成分の赤色発光成分に対する輝度の比 (B) : (R) が、2.0 : 1 ~ 1 : 1 であり、かつ色変換部材の光取り出し側にカラーフィルタを配設してなることを特徴とする表示素子が提供される。

【0006】 また、その好ましい態様として、前記発光部材が、青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) を混合して互いに分散させてなるものである請求項 1 記載の表示素子が提供される。

【0007】 また、その好ましい態様として、前記発光部材が、青色発光成分 (B) を含む層と赤色発光成分 (R) を含む層とを積層または貼合せてなる表示素子が提供される。

【0008】 また、その好ましい態様として、前記発光部材に含まれる青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) が、それぞれ青色発光をする有機電界発光素子および赤色発光をする有機電界発光素子である表示素子が提供される。

【0009】 また、その好ましい態様として、前記発光部材が、一対の電極間に挟持されてなる表示素子が提供される。

【0010】 さらに、その好ましい態様として、前記青色発光成分 (B) および赤色発光成分 (R) の発光のピーク波長が、それぞれ 440 ~ 500 nm および 580 ~ 660 nm である表示素子が提供される。

## 【0011】

【本発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ具体的に説明する。図 1 は、本発明の表示素子の一実施の形態を模式的に示す断面図である。図 2 は、本発明の表示素子の一実施例を模式的に示す断面図である。1. 表示素子の構成図 1 に示すように本発明

の表示素子は、その輝度の比 ( (R) : (B) ) が 2 0 : 1 ~ 1 : 1 である青色発光成分 (B) 1 1 および赤色発光成分 (R) 1 2 を含む発光部材 1 と、色変換部材 2 と、カラーフィルタ 3 とを光取り出し方向に順次配設してなる。以下、構成要素ごとに具体的に説明する。

#### 1. 発光部材

本発明に用いられる発光部材 1 は、所定の輝度比を有する青色発光成分 (B) 1 1 および赤色発光成分 (R) 1 2 を含むものである。このような発光部材 1 としては、たとえば発光層を含む有機物層を構成要素とする有機 E L 素子を挙げることができる。他の発光部材としては、無機 E L、LED 等が挙げられる。以下、有機 E L 素子を例にとって説明する。

##### (1) 有機 E L 素子

本発明に用いられる有機 E L 素子においては、有機物層として、再結合領域および発光領域を少なくともも有するものが用いられる。この再結合領域および発光領域は、通常発光層に存在するため、本発明においては、有機物層として発光層のみを用いてもよいが、必要に応じ、発光層以外に、たとえば正孔注入層、電子注入層、有機半導体層、電子障壁層、付着改善層なども用いることができる。

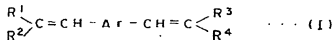
【0012】次に本発明に用いられる有機 E L 素子の代表的な構成例を示す。もちろん、これに限定されるものではない。

(1) 透明電極 (陽極) / 発光層 / 電極 (陰極)

(2) 透明電極 (陽極) / 正孔注入層 / 発光層 / 電極 (陰極)

(3) 透明電極 (陽極) / 発光層 / 電子注入層 / 電極 (陰極)

(4) 透明電極 (陽極) / 正孔注入層 / 発光層 / 電子注入層 / 電極 (陰極)



【0014】〔式中、R<sup>1</sup> ~ R<sup>4</sup> は、それぞれ水素原子、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、炭素数 1 ~ 6 のアルコキシ基、炭素数 7 ~ 18 のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 18 のアリアル基、置換もしくは無置換の芳香族複素環式基、置換もしくは無置換のシクロヘキシル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 18 のアリアルオキシ基、置換もしくは無置換のビジル基を示す。ここで、置換基は炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、炭素数 1 ~ 6 のアルコキシ基、炭素数 7 ~ 18 のアラルキル基、炭素数 6 ~ 18 のアリアルオキシ基、炭素数 1 ~ 6 のアシル基、炭素数 1 ~ 6 のアルオキシ基、カルボキシ基、ステリル基、炭素数 6 ~ 20 のアリアルカルボニル基、炭素数 6 ~ 20 のアリアルオキシカルボニル基、炭素数 1 ~ 6 のアルコキシカルボニル基、ビニル基、アニリノカルボニル基、カルバモイル基、フェニル

(5) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 陰極

(6) 陽極 / 有機半導体層 / 電子障壁層 / 発光層 / 陰極

(7) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 付着改善層 / 陰極

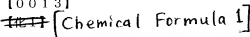
などの構造を挙げることができる。これらの中で、通常 (4) の構成が好ましく用いられる。この発光層中に青色発光成分 (B) と赤色発光成分 (R) とを含んでい

#### ① 発光層

(i) 青色発光成分 (B)

本発明に用いられる青色発光成分 (B) とは、固体状態で、好ましくは 450 ~ 500 nm、さらに好ましくは 450 ~ 480 nm の蛍光ピークを有する有機化合物を意味する。青色発光成分に用いる有機化合物は、特に限定されず、例えば特開平 3-231970 号公報あるいは国際公開特許 WO 92/05131 号公報、特願平 5-170354 号明細書、特願平 5-129438 号明細書に記載されている有機化合物の中で、上記青色発光成分の蛍光条件を満足するものが挙げられる。好ましいものとしては、特開平 3-231970 号公報、国際公開特許 WO 92/05131 号公報、特願平 5-170345 号明細書に記載されている上記青色発光成分の蛍光条件を満たすものと、特願平 5-129438 号明細書に記載されている適当な化合物との組合せ、さらには後述する正孔注入輸送層に用いる化合物のなかで、上記青色発光成分の蛍光条件を満足するものを挙げることができる。次に、特開平 3-231970 号公報、国際公開特許 WO 92/05131 号公報に記載されている上記青色発光成分の蛍光条件を満たす化合物としては、前記一般式 (1)

【0013】



基、ニトロ基、水酸基あるいはハロゲン原子を示す。これらの置換基は単一でも複数でもよい。また、R<sup>1</sup> ~ R<sup>4</sup> は同一でも、また互いに異なってもよく、R<sup>1</sup> と R<sup>2</sup> 及び R<sup>3</sup> と R<sup>4</sup> は互いに置換している基と結合して、置換もしくは無置換の飽和又は不飽和の五員環あるいは置換もしくは無置換の飽和又は不飽和の六員環を形成してもよい。Ar は置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 20 のアリーレン基を表し、単一置換されていても、複数置換されていてもよく、また結合部位は、オルト、パラ、メタいずれでもよい。なお、置換基は前記と同じである。また、アリーレン基の置換基同士が結合して、置換もしくは無置換の飽和又は不飽和の五員環あるいは置換もしくは無置換の飽和又は不飽和の六員環を形成してもよい。但し、Ar が無置換フェニレンの場合、R<sup>1</sup> ~ R<sup>4</sup> は、それぞれ炭素数 1 ~ 6 のアルコキシ基、炭素数

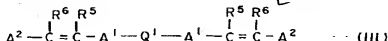
5

7～18のアラルキル基、置換もしくは無置換のナフチル基、ビフェニル基、シクロヘキシル基、アリールオキシ基より選ばれたものである。]で表されるジスチルアリレン系化合物、一般式 (II)

A-Q-B

... (II)

[式中、A及びBは、それぞれ上記一般式 (I) で表さ



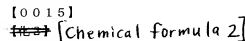
【0016】 [式中、A<sup>1</sup> は置換もしくは無置換の炭素数6～20のアリーレン基又は二価の芳香族複素環式基を示す。結合位置はオルト、メタ、パラのいずれでもよい。A<sup>2</sup> は置換もしくは無置換の炭素数6～20のアリール基又は一価の芳香族複素環式基を示す。R<sup>5</sup> 及びR<sup>6</sup> は、それぞれ水素原子、置換もしくは無置換の炭素数6～20のアリール基、シクロヘキシル基、一価の芳香族複素環式基、炭素数1～10のアラルキル基、炭素数7～20のアラルキル基又は炭素数1～10のアルコキシ基を示す。なお、R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup> は同一でも異なってもよい。ここで、置換基とは、アルキル基、アリールオキシ基、アミノ基又はこれらの基を有するもしくは有しないフェニル基であり、該置換基は単一でも複数でもよい。R<sup>5</sup> の各置換基はA<sup>1</sup> と結合して、飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を形成してもよく、同様にR<sup>6</sup> の各置換基はA<sup>2</sup> と結合して、飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を形成してもよい。また、Q<sup>1</sup> は前記と同じである。]で表される芳香族メチリデン化合物が挙げられる。

【0017】 ここで、一般式 (I) 中のR<sup>1</sup>～R<sup>4</sup> は前述の如く同一でも異なってもよく、それぞれ水素原子、炭素数1～6のアルキル基 (メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、イソペンチル基、t-ペンチル基、ネオペンチル基、イソヘキシル基)、炭素数1～6のアルコキシ基 (メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等)、炭素数1～8のアラルキル基 (ベンジル基、フェネチル基等、炭素数6～18のアリール基 (フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基等)、シクロヘキシル基、芳香族複素環式基 (ビリジル基、キノリル基)、炭素数6～8のアリールオキシ基 (フェノキシ基、ビフェニルオキシ基、ナフチルオキシ基等) を示す。

【0018】 また、R<sup>1</sup>～R<sup>4</sup> は、これらに置換基の結合したものでよい。即ち、R<sup>1</sup>～R<sup>4</sup> はそれぞれ置換基含有フェニル基、置換基含有アラルキル基、置換基含有シクロヘキシル基、置換基含有ビフェニル基、置換基含有ナフチル基を示す。ここで、置換基は炭素数1～6のアルキル基、炭素数1～6のアルコキシ基、炭素数7～18のアラルキル基、炭素数6～18のアリールオキシ基、炭素数1～6のアシル基、炭素数1～6のアシル

6

れる化合物から1つの水素原子を除いた一価基を示し、同一であっても異なってもよい。また、Qは共役系を切る二価基を示す。]で表される芳香族メチリデン化合物及び一般式 (II)



オキシ基、カルボキシル基、スチリル基、炭素数6～20のアリールカルボニル基、炭素数6～20のアリールオキシカルボニル基、炭素数1～6のアルコキシカルボニル基、ビニル基、アリノカルボニル基、カルバモイル基、フェニル基、ニトロ基、水酸基あるいはハロゲン原子であり、複数置換されていてもよい。したがって、例えば、置換基含有アラルキル基は、アルキル基置換アラルキル基 (メチルベンジル基、メチルフェネチル基等)、アルコキシ置換アラルキル基 (メトキシベンジル基、エトキシフェネチル基等)、アリールオキシ置換アラルキル基 (フェノキシベンジル基、ナフチルオキシフェネチル基等)、フェニル置換アラルキル基 (フェニルフェネチル基等)、上記置換基含有フェニル基は、アルキル基置換フェニル基 (トリル基、ジメチルフェニル基、エチルフェニル基など)、アルコキシ置換フェニル基 (メトキシフェニル基、エトキシフェニル基など) アリールオキシ置換フェニル基 (フェノキシフェニル基、ナフチルオキシフェニル基等) あるいはフェニル基置換フェニル基 (つまり、ビフェニル基) である。また、置換基含有シクロヘキシル基は、アルキル基置換シクロヘキシル基 (メチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基、エチルシクロヘキシル基等)、アルコキシ置換シクロヘキシル基 (メトキシシクロヘキシル基、エトキシシクロヘキシル基等) あるいはアリールオキシ置換シクロヘキシル基 (フェノキシシクロヘキシル基、ナフチルオキシシクロヘキシル基)、フェニル置換シクロヘキシル基 (フェニルシクロヘキシル基) である。置換基含有ナフチル基は、アルキル基置換ナフチル基 (メチルナフチル基、ジメチルナフチル基等)、アルコキシ置換ナフチル基 (メトキシナフチル基、エトキシナフチル基等) あるいはアリールオキシ置換ナフチル基 (フェノキシナフチル基、ナフチルオキシナフチル基)、フェニル置換ナフチル基 (フェニルナフチル基) である。

【0019】 上記R<sup>1</sup>～R<sup>4</sup> としては、上述したもののうち、それぞれ炭素数1～6のアルキル基、アリールオキシ基、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、シクロヘキシル基が好ましい。これらは置換あるいは無置換のいずれでもよい。また、R<sup>1</sup>～R<sup>4</sup> は同一でも、また互いに異なってもよく、R<sup>1</sup>とR<sup>2</sup>及びR<sup>3</sup>とR<sup>4</sup>は互いに置換している基と結合して、置換もしくは無置

換の飽和又は不飽和の五員環あるいは置換もしくは無置換の飽和又は不飽和の六員環を形成してもよい。

【0020】一方、一般式(1)中のArは置換もしくは無置換の炭素数6〜20のアリーレン基を表し、置換もしくは無置換のフェニル基、ピフェニル基、p-テルフェニル基、ナフチレン基、ターフェニル基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、フェナントレンジイル基、フェナレンジイル基等のアリーレン基であり、無置換でも置換されていてもよい。又、メチリジン(=C=CH-)の結合位置はオルト、メタ、パラ等どこでもよい。但し、Arが無置換フェニレンの場合、R<sup>1</sup>〜R<sup>4</sup>は炭素数1〜6のアルコキシ基、炭素数7〜18のアラルキル基、置換あるいは無置換のナフチル基、ピフェニル基、シクロヘキシル基、アリールオキシ基より選ばれたものである。置換基はアルキル基(メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、t-ブチル基、イソペンチル基、t-ペンチル基、ネオペンチル基、イソヘキシル基等)、アルコキシ基(メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブチルオキシ基、イソブチルオキシ基、sec-ブチルオキシ基、t-ブチルオキシ基、イソペンチルオキシ基、t-ペンチルオキシ基)、アリールオキシ基、(フェノキシ基、ナフチルオキシ基等)、アシル基(ホルミル基、アセチル基、プロピオニル基、ブチル基等)、アシルオキシ基、アラルキル基(ベンジル基、フェネチ

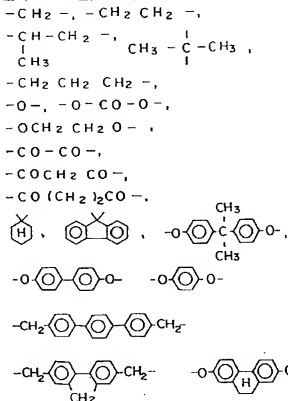
ル基等)、フェニル基、水酸基、カルボキシル基、アミノカルボニル基、カルバモイル基、アリールオキシカルボニル基、メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基、ブトキシカルボニル基、ニトロ基、ハロゲン原子であり、単一置換でも複数置換されていてもよい。

【0021】前記一般式(1)で表されるメチリジン芳香族化合物は、1分子中に2つのメチリジン(=C=CH-)基を有し、このメチリジン基の幾何異性によって、4通りの組合せ、すなわち、シス-シス、トランス-シス、シス-トランス及びトランス-トランスの組合せがある。本発明に用いられるEL素子における青色発光成分は、それらのいずれのものであってもよいし、幾何異性体の混合したものであってもよい。特に好ましくは、全てトランス体のものである。また、上記置換基は、置換基の間で結合し、置換、無置換の飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を形成してもよい。

【0022】一般式(II)におけるA及びBは、それぞれ上記一般式(1)で表される化合物から1つの水素原子を除いた一価基を示し、同一であっても異なってもよいものである。ここで、一般式(II)におけるQは共役系を切る二価基を示す。ここで、共役とは、π電子の非極性性によるもので、共役二重結合あるいは不對電子又は孤立電子対によるものも含む。Qの具体例としては、

【0023】

~~Chemical formula 3~~ [Chemical formula 3]



【0024】が挙げられる。このように共役系を切る二価の基を用いる理由は、上記で示されるAあるいはB(即

ち、一般式(1)の化合物)を、単独で本発明の有機EL素子として用いた場合に得られるEL発光色と、一般

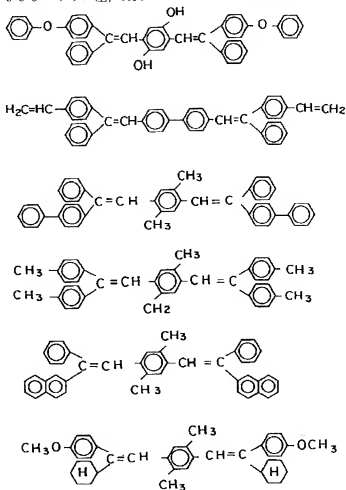
式(II)で表される化合物を本発明の有機EL素子として用いた場合に得られるEL発光色とがかわらぬようにするためである。つまり、一般式(I)又は一般式(II)で表される青色発光成分が、短波長化あるいは長波長化したりすることはないようにするためである。また、共役系を切り二価基で接続するとガラス転移温度(T<sub>g</sub>)は、上昇することが確認でき、均一なピンホールフリーの微結晶あるいはアモルファス性薄膜が得られることができ、発光均一性を向上させている。更に、共役系を切る二価基で結合していることにより、EL発光が長波長化することなく、また、合成あるいは精製が容易にできる長所を備えている。

【0025】また、一般式(III)中のA'は置換もしくは無置換の炭素数6〜20のアリーレン基又は二価の芳香族複素環式基、A<sup>2</sup>は置換もしくは無置換の炭素数6〜20のアリール基(フェニル基、ピフェニル基、ナフチル基等)又は一価の芳香族複素環式基を示す。R<sup>5</sup>及びR<sup>6</sup>は、それぞれ水素原子、置換もしくは無置換の炭素数6〜20のアリール基、シクロヘキシル基、一価の芳香族複素環式基、炭素数1〜10のアルキル基(メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-

ブチル基、イソペンチル基、t-ペンチル基、ネオペンチル基、イソヘキシル基等)、炭素数7〜20のアラルキル基(ベンジル基、フェネチル基等)又は炭素数1〜10のアルコキシ基(メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等)を示す。なお、R<sup>5</sup>、R<sup>6</sup>は同一でも異なってもよい。ここで、置換基とは、アルキル基、アリールオキシ基、アミノ基又はこれらの基を有するもしくは有しないフェニル基であり、該置換基は単一でも複数でもよい。R<sup>5</sup>の各置換基はA'と結合して、飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を形成してもよく、同様にR<sup>6</sup>の各置換基はA'と結合して、飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を形成してもよい。また、Qは、上記と同様に共役を切る二価基を表す。さらに、該A'の結合はオルト、メタ、パラのいずれでもよい。さらに、本発明において、上記の一般式(I)、一般式(II)又は一般式(III)で表される有機化合物は、CIE色度座標における青紫、紫青、青、緑青もしくは青緑の発光を呈する化合物であることが必要である。具体的には、

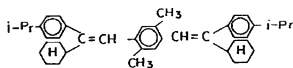
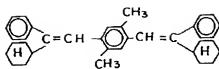
【0026】

~~化学式4~~ [Chemical formula 4]



~~化学式5~~ [Chemical formula 5]

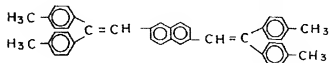
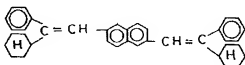
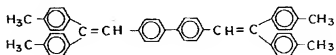
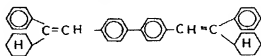
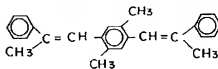


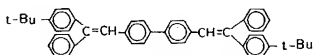
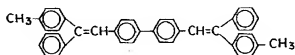
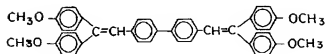
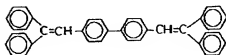
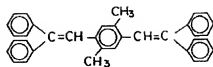


~~i-Pr: 4-プロピル基, 以下同様~~

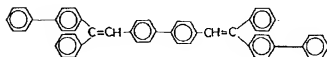
isopropyl group,

the following the same





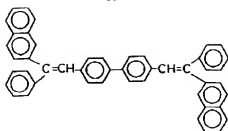
t-Bu: ~~tert-butyl基, 以下同様~~ t-butyl, the following is the same



【0029】

~~化学式~~

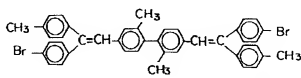
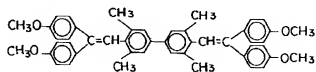
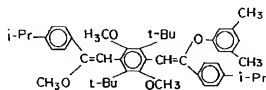
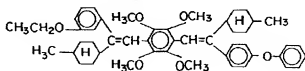
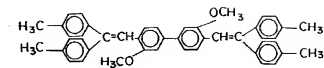
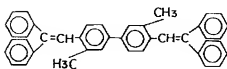
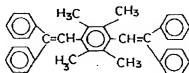
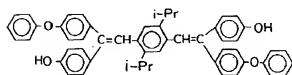
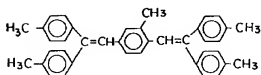
[Chemical formula 7]



【 0 0 3 0 】

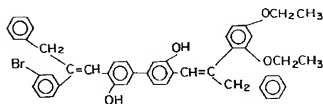
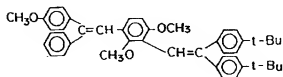
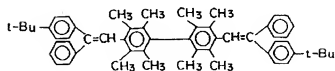
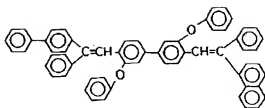
~~【 0 0 3 1 】~~

[Chemical formula 8]

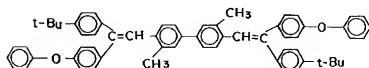
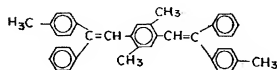
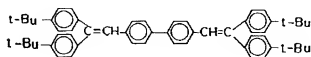
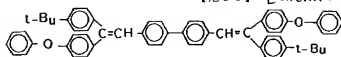


【 0 0 3 1 】

[Chemical formula 9]



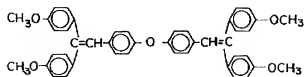
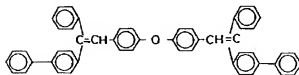
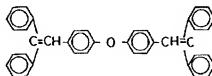
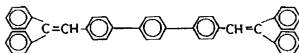
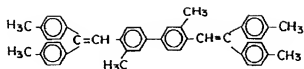
【0032】

~~FIG 10~~ [chemical formula 10]

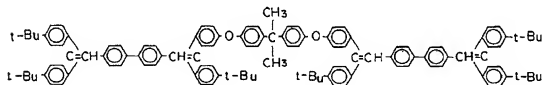
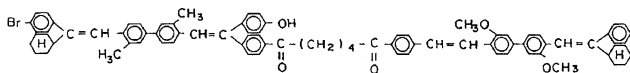
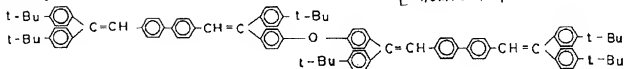
【0033】

~~FIG 11~~

[chemical formula 11]



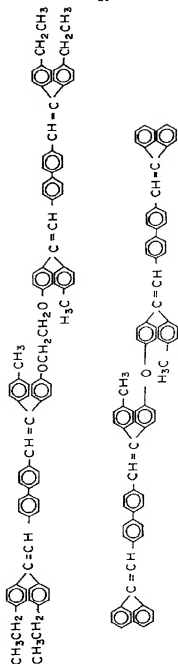
【0034】

~~Chemical formula 12~~ [Chemical formula 12]

【0035】

~~Chemical formula 13~~

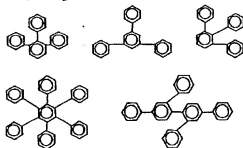
[Chemical formula 13]



【0036】などである。他の有機化合物としては、

【0037】

~~Chemical formula 14~~ [Chemical formula 14]

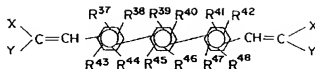


【0038】なども挙げられる。また、特願平5-170354号明細書に記載されている上記青色発光成分の蛍光条件を満たす化合物としては、一般式 (XI)

【0039】

~~Chemical formula 15~~

[Chemical formula 15]



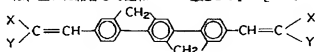
【0040】【式中、 $R^{37} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に水素原子又は炭素数1～6のアルキル基を示す。但し、 $R^{37} \sim R^{48}$ のうち少なくとも1つは炭素数1～6のアルキル基である。また、 $R^{37}$ と $R^{38}$ 、 $R^{39}$ と $R^{40}$ 、 $R^{41}$ と $R^{42}$ 、 $R^{43}$ と $R^{44}$ 、 $R^{45}$ と $R^{46}$ 、 $R^{47}$ と $R^{48}$ は、互いに結合して飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を形成してもよい。X及びYはそれぞれ独立に置換又は無置換の炭素数6～20のアリール基を示す。XとYは置換基と結合して置換もしくは無置換の飽和又は不飽和の五員環あるいは六員環を形成してもよい。ここで、置換基としては炭素数1～6のアルキ

ル基、炭素数1～6のアルコキシ基、炭素数6～18のアリールオキシ基、フェニル基、アミノ基、シアノ基、ニトロ基、水酸基あるいはハロゲン原子を示す。これらの置換基は単一でも複数置換されていてもよい。】で表されるターフェニレン誘導体のスチリル化合物を挙げることができる。

【0041】ここで、一般式 (XI) において、 $R^{37} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に水素原子あるいはメチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、t-ブチル基、

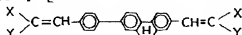
23

イソペンチル基, *t*-ペンチル基, ネオペンチル基, *n*-ヘキシル基, イソヘキシル基などの炭素数 1~6 のアルキル基を示す。但し、 $R^{37} \sim R^{48}$  のうち少なくとも 1 つは炭素数 1~6 のアルキル基であり、特にメチル基又はエチル基が好ましい。また、 $R^{38}$  と  $R^{39}$ ,  $R^{40}$  と  $R^{41}$ ,  $R^{42}$  と  $R^{43}$ ,  $R^{44}$  と  $R^{45}$  は、互いに結合して飽和

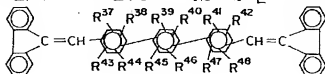


【0043】などが挙げられ、 $R^{46}$  と  $R^{47}$  で飽和六員環を形成する場合は、

【0044】  
~~【0044】~~ [Chemical formula 17]

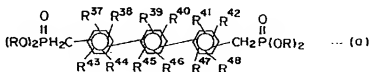
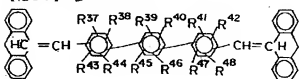


【0045】などが挙げられる。X 及び Y は、それぞれ独立に置換または無置換のフェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、ターフェニル基、アントラリル基、フェナントリル基、ピレニル基、ペリレン基など炭素数 6~20 のアリール基を示す。ここで、置換基としては、例えばメチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*t*-ブチル基、イソペンチル基、*t*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、イソヘキシル基など



【0047】などが挙げられ、X と Y が飽和六員環形成する場合は、

【0048】  
~~【0048】~~ [Chemical formula 19]



【0052】[式中、R は炭素数 1~4 のアルキル基又はフェニル基を示し、 $R^{37} \sim R^{48}$  は前記と同じである。] で表されるホスホン酸エステルと、一般式 (b)

【0053】

24

もしくは不飽和の五員環又は飽和もしくは不飽和の六員環を形成してもよい。飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を有するスチリル化合物の例としては、 $R^{38}$  と  $R^{39}$ , 及び  $R^{46}$  と  $R^{47}$  が飽和五員環を形成する場合は、

【0042】

~~【0042】~~ [Chemical formula 16]

の炭素数 1~6 のアルキル基、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブチルオキシ基、イソブチルオキシ基、*sec*-ブチルオキシ基、イソペンチルオキシ基、*t*-ペンチルオキシ基、*n*-ヘキシルオキシ基などの炭素数 1~6 のアルコキシ基、フェノキシ基、ナフチルオキシ基など炭素数 6~18 のアリールオキシ基、フェニル基、アミノ基、シアノ基、ニトロ基、水酸基あるいはハロゲン原子が挙げられる。これらの置換基は単一でも複数置換されていてもよい。また、X と Y は置換基と結合して置換もしくは無置換の飽和又は不飽和の五員環あるいは飽和又は不飽和の六員環を形成してもよい。飽和もしくは不飽和の五員環又は六員環を有するスチリル化合物の例としては、X と Y が飽和五員環を形成する場合は、

【0046】

~~【0046】~~ [Chemical formula 18]

【0049】などが挙げられる。

【0050】上記一般式 (XI) で表されるスチリル化合物は、種々の公知の方法によって製造することができ。具体的には、次の 2 つの方法が挙げられる。

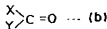
方法 1

一般式 (a)

【0051】

~~【0051】~~ [Chemical formula 20]

[Chemical formula 21]



50 【0054】[式中、X、Y は前記と同じである。] で

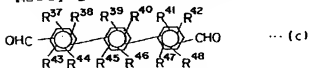
表されるカルボニル化合物を塩基存在下で縮合する方法 (Witting 反応又はWitting-Horner反応) により合成することができる。

方法 2

一般式 (c)

【0055】

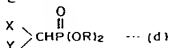
~~【化22】~~ [Chemical formula 22]



【0056】 [式中、R<sup>37</sup> ~ R<sup>48</sup> は前記と同じである。] で表されるジアルデヒド化合物と一般式 (d)

【0057】

~~【化23】~~ [Chemical formula 23]



【0058】 [式中、R、X、Y は前記と同じである。] で表されるホスホン酸エステルを塩基存在下で縮合する方法 (Witting 反応又はWitting-Horner反応) により合成することができる。

【0059】 この合成で用いる反応溶媒としては、炭化

水素、アルコール類、エーテル類が好ましい。具体的には、メタノール；エタノール；イソプロパノール；ブタノール；2-メトキシエタノール；1, 2-ジメトキシエタン；ビス (2-メトキシエチル) エーテル；ジオキサン；テトラヒドロフラン；トルエン；キシレン；ジメチルスルホキシド；N, N-ジメチルホルムアミド；N-メチルピロリドン；1, 3-ジメチル-2-イミダゾリジノンなどが挙げられる。特に、テトラヒドロフラン、ジメチルスルホキシドが好適である。また、縮合剤としては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、ナトリウムアミド、水素化ナトリウム、n-ブチルリチウム、ナトリウムメチレート、カリウム-tert-ブトキシドなどが好ましく、特にn-ブチルリチウム、カリウム-tert-ブトキシドが好ましい。反応温度は、用いる反応原料の種類などにより異なり、一義的に定めることはできないが、通常は0℃~約100℃までの広範囲を指定できる。特に好ましくは0℃~室温の範囲である。

【0060】 以下に、本発明で用いられる上記スチリル化合物の具体例 (1) ~ (26) を挙げるが、本発明はそれらに限定されるものではない。

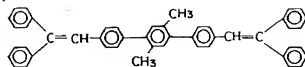
【0061】

~~【化24】~~

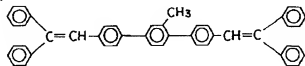
[Chemical formula 24]



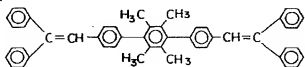
(1)



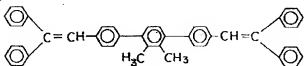
(2)



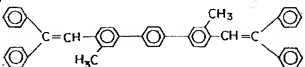
(3)



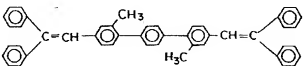
(4)



(5)



(6)



【 0 0 6 2 】

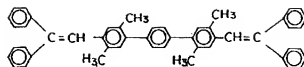
[ 1 6 2 5 ]

[chemical formula 25]

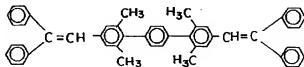
29

30

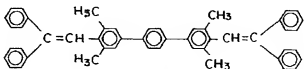
(7)



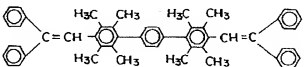
(8)



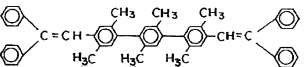
(9)



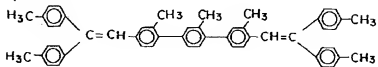
(10)



(11)



(12)



【 0 0 6 3 】

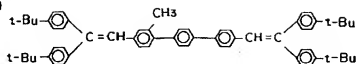
~~Fig. 26~~

[Chemical formula 26]

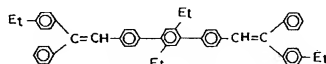
31

32

(13)

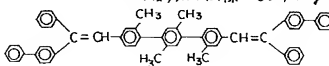


(14)



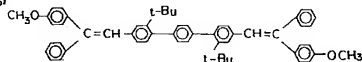
Et: ~~ethyl group~~ ethyl group, the following

(15)

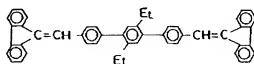


is the same

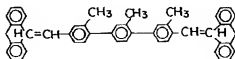
(16)



(17)



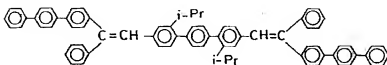
(18)



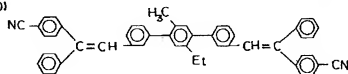
[ 0064 ]

[Chemical formula 27]

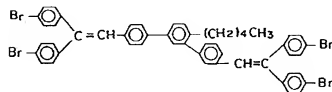
(19)



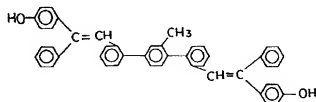
(20)



(21)

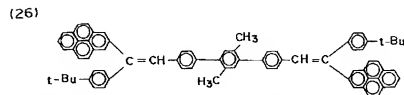
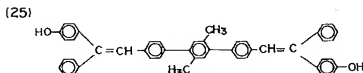
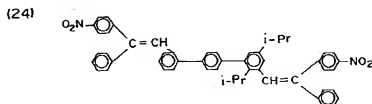
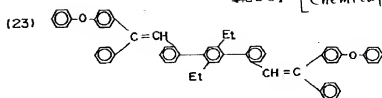


(22)

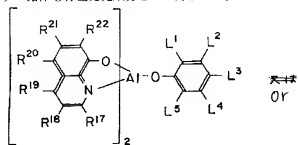


33

【 0065 】

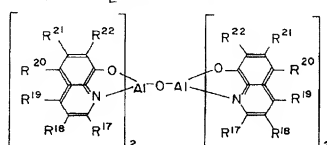


【 0066 】 その他、下記構造式に示すようなアルミニウム錯体も青色発光成分として好ましい。



【 0067 】

~~【 0067 】~~ [Chemical formula 29]



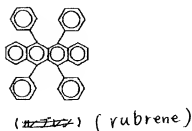
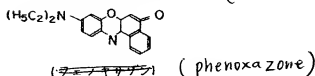
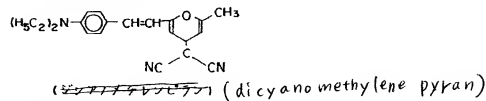
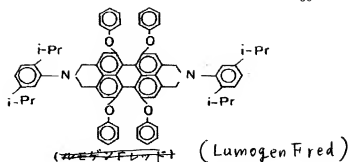
【 0068 】 [式中、 $R^{17} \sim R^{19}$  は、各々独立に、水素原子、メチル基等のアルキル基、 $R^{20} \sim R^{22}$  は各々独立に水素原子、ハロゲン原子、 $\alpha$ -ハロアルキル基、 $\alpha$ -ハロアルコキシ基、アミド基、カルボニル基、スルフォニル基、カルボニルオキシ基、オキシカルボニル基、アリル基等を示す。また、 $L^1 \sim L^5$  は、各々独立に、水素原子、炭素数 1 ～ 12 の炭化水素基を示し、 $L^1$  と  $L^2$ 、 $L^2$  と  $L^3$  は互いに結合して芳香環を形成していてもよい。] 等が挙げられる。

【 0069 】 (ii) 赤色発光成分 (R)

赤色発光成分 (R) としては、溶液状態でのピーク波長が好ましくは 580 ～ 700 nm、さらに好ましくは 600 ～ 640 nm の有機化合物であればよく、特に制限はないが、例えば、ヨーロッパ公開特許第 0281381 号公報に記載されている赤色発光レーザー色素として用いられるジシアノメチレンピラン誘導体、ジシアノメチレンチオピラン誘導体、フルオレセイン誘導体、ベリレン誘導体などが挙げられる。具体的には、

【 0070 】

~~【 0070 】~~  
[Chemical formula 30]



【0071】などが挙げられる。これらの有機化合物は、層を形成する有機化合物に対して、0.1~10モル%、好ましくは0.5~5モル%の割合で含有させることが必要である。この0.1~10モル%というのは、濃度消光を生じないための濃度範囲である。(ii) 発光層の形成方法

青色発光成分(B)と赤色発光成分(R)を含む発光層を形成する方法としては、青色発光成分(B)を含む発光層と赤色発光成分(R)を含む発光層とを積層する方法(図3(a))、二つの発光層を貼り合わせる方法(図3(b))、および青色発光成分(B)を含む発光層に赤色発光成分(R)を少量(0.1~10重量%)添加する方法(図3(c))等を挙げることができる。なお、図3(b)に示す貼り合わせる方法の場合は、光硬化性接着剤、熱硬化性接着剤または低融点金属を用いることが好ましい。

#### (iv) 膜厚

有機発光層の膜厚は、通常、0.1~200nm、好ましくは0.1~50nm、さらに好ましくは1~40nmである。

(v) 青色発光成分(B)と赤色発光成分(R)との輝度の比

以下、(B):(R))を20:1~1:1とする理

由を説明する。(B)と(R)の輝度比とピークの高さの比(≒面積比)が比例していると仮定する(仮定

1)。(B)の輝度が $(100-\alpha)$ cd/m<sup>2</sup>、(R)の輝度が $\alpha$ cd/m<sup>2</sup>で、合計100cd/m<sup>2</sup>の光源を色変換法とカラーフィルタとの組み合わせによって(B)、(G)、(R)のそれぞれの発光を取り出そうと考える。その時、(B)の輝度は $\theta_b$ 、 $(100-\alpha)$ cd/m<sup>2</sup>、(G)の輝度は $\theta_g$ 、 $(100-\alpha)$ cd/m<sup>2</sup>、(R)の輝度は $\theta_r$ 、 $\{(100-\alpha)/5+\alpha\}$ cd/m<sup>2</sup>となる。ただし、(B)→(G)の変換効率率は100%、(B)→(R)の変換効率率は20%と仮定している(仮定2、3)。 $\theta_b$ 、 $\theta_g$ 、 $\theta_r$ は各色のカラーフィルタの透過率である。白色発光をする為には(B):(G):(R)の輝度比は1:7:2であることが経験的に知られている。このうち(B)と(G)の輝度比は $\theta_b$ 、 $(100-\alpha)$ : $\theta_g$ 、 $(100-\alpha)=\theta_b$ : $\theta_g$ であるから、カラーフィルタの特性のみで決定される(つまり光源の(B)と(R)の比にはよらない)。(B)は(G)に対して1/7の輝度があれば十分なので(B)と(G)のバランスはカラーフィルタの選択によって十分調整可能である。要するにホワイトバランスを調整する為には(G)と(R)の比だけを考えれば良いことになる。ここで、(G)と(R)の比が丁

度7:2である時、 $\alpha$ はどの位の輝度が必要かが問題となる。

#### 【0072】

【数1】  $\theta_0 \times (100 - \alpha) / 7 = \theta_0 \times \{ (100 - \alpha) / 5 + \alpha \} / 2$

【0073】ここで(G)の発光がカラーフィルタによって減少する割合 $\theta_0$ と(R)の発光がカラーフィルタによって減少する割合 $\theta_0$ が同程度であるとする(仮定4)、 $\alpha \approx 8$ となる。すなわち、(B)→(R)の変換効率が20%の時は、 $92 \text{ cd/m}^2$ の(B)発光に対し、 $8 \text{ cd/m}^2$ 以上の(R)発光が入っていれば(B)と(R)の比は7:2よりも(R)の方が大きくなるので、 $\theta_0$ の選択が容易になる。(多少 $\theta_0 > \theta_0$ でも構わなくなる。)

換言すると、現状(B)→(R)の変換効率は20%程度なので、 $92 \text{ cd/m}^2$ の(B)発光に対し、 $8 \text{ cd/m}^2$ 以上の(R)発光が含まれている必要がある。 $92:8=11.5:1$

そこで(B)と(R)の輝度比は20:1以上にすることがある。(これは(B):(R)= $n:1$ ,  $0 < n < 20$ という意味である)

#### 【0074】②正孔注入層

次に、正孔注入層は、必ずしも本発明に用いられる素子に必要なものではないが、発光性能の向上のために用いた方が好ましいものである。この正孔注入層は発光層への正孔注入を助ける層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが、通常5.5 eV以下と小さい。このような正孔注入層としては、より低い電界で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、たとえば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、少なくとも $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ であればなお好ましい。このような正孔注入材料については、前記の好ましい性質を有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷輸送材として慣用されているものや、EL素子の正孔注入層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

#### 【0075】③電子注入層

一方電子注入層は、発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きく、また付着改善層は、この電子注入層の中で、特に陰極との付着が良い材料からなる層である。電子注入層に用いられる材料としては、たとえば8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体、あるいはオキサジアゾール誘導体が好ましく挙げられる。また、付着改善層に用いられる材料としては、特に8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体は好適である。上記8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシン(一般に8-キノリノールまたは8-ヒドロキシキノリン)のキレートを含む金属キレートオキシンノイド化合物が挙げ

られる。

#### 【0076】④陽極

陽極としては、仕事関数の大きい(4 eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物またはこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Au等の金属、CuI、ITO、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 等の導電性透明材料が挙げられる。陽極は、これらの電極物質を蒸着法やスパッタリング法等の方法で、薄膜を形成させることにより作製することができる。このように発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の発光に対する透過率が10%より大きくすることが好ましい。また、陽極のシート抵抗は、数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。陽極の膜厚は材料にもよるが、通常10 nm $\sim$ 1  $\mu\text{m}$ 、好ましくは10 $\sim$ 200 nmの範囲で選択される。なお、本発明においては、陽極として用いる電極は、その形成位置から、基板電極または対向電極のいずれであってよい。

#### 【0077】⑤陰極

陰極としては、仕事関数の小さい(4 eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物およびこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム-銀合金、アルミニウム/酸化アルミニウム( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、アルミニウム-リチウム合金、インジウム、希土類金属などが挙げられる。この陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリングなどの方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm $\sim$ 1  $\mu\text{m}$ 、50 $\sim$ 200 nmの範囲が好ましい。なお、本発明に用いられるEL素子においては、該陽極または陰極のいずれか一方が透明または半透明であることが、発光を透過するため、発光の取り出し効率がよいので好ましい。なお、本発明においては、陰極として用いる電極は、その形成位置から、基板電極または対向電極のいずれであってよい。

#### 【0078】(2) 基板

前記有機EL素子は、通常基板上に設置される。本発明で用いられる基板としては、有機EL材料として普通に用いられているものを使うことができる。

【0079】具体的な材料としては、例えば、ガラス板、セラミック板、プラスチック板(ポリカーボネート、アクリル、塩化ビニル、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、ポリエステル樹脂等)、金属板、および後述する絶縁層と同じ材料からなる板等を挙げることができる。

#### 【0080】2. 色変換部材

本発明に用いられる色変換部材とは、蛍光色素を透明媒質中に分散したものであり、本発明では青色の入射光を赤色または緑色に変える機能をもつものを意味する。こ

のような青色の発光部材の発光を、橙色から赤色発光にまたは緑色に変換する蛍光色素については、たとえば、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン(以下DCM)等のシアニン系色素、1-エチレン-2-(4-(p-ジメチルアミノフェニル)-1,3-ブタジエン)-ビリジウム-パーコラレイト(以下ピリジン1)等のピリジン系色素、ローダミンB、ローダミン6G等のキサンチン系色素、他にオキサジン系を挙げることができる。さらに、各種染料(直接染料、酸性染料、塩基性染料、分散染料等)も蛍光性があれば可能である。また、前記蛍光色素を樹脂中にあらかじめ練りこんで顔料化したものでもよい。

【0081】これらの蛍光色素は、必要に応じて、単独または混合して用いてもよい。特に赤色への蛍光変換効率が低いので、上記色素を混合して用いて、発光から蛍光への変換効率を高めることもできる。一方、樹脂は、透明な(可視光50%以上)の材料が好ましい。たとえば、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂(高分子)を挙げることができる。なお、色変換部材を平面的に分離配置するために、フォトリソグラフィ法が適用できる透明感光性樹脂も選ぶことができる。たとえば、アクリル酸系、メタクリル酸系、ポリケイ皮酸ビニル系、環ゴム系等の反応性ビニル基を有する光硬化型レジスト材料が挙げられる。また、印刷法を用いる場合には、透明な樹脂を用いた印刷インキ(メジウム)を選ぶことができる。たとえば、メラミン樹脂、フェノール樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、マレイン酸樹脂、ポリアミド樹脂のモノマー、オリゴマー、ポリマー、またポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂を用いることができる。

【0082】色変換部材が主に蛍光色素からなる場合は、所望の色変換部材パターンをマスクを介して真空蒸着またはスパッタリング法で成膜され、一方、蛍光色素と樹脂からなる場合は、蛍光色素と上記樹脂およびレジストを混合、分離または可溶化させ、スピンコート、ロールコート、キャスト法等の方法で成膜し、フォトリソグラフィ法で所望の色変換部材パターンでパターンニングしたり、スクリーン印刷等の方法で所望の色変換部材パターンでパターンニングするのが一般的である。色変換部材が蛍光色素または、蛍光色素および樹脂からなるものの膜厚は、有機EL素子の発光を十分に吸収し、蛍光を発生する機能を妨げるものでなければ制限はなく、通常蛍光色素により若干異なるが、10nm〜1mm程度が

適当である。また、特に色変換部材が蛍光色素と樹脂からなるものは、蛍光色素の濃度が蛍光の濃度消光を起こすことなく、かつ、有機EL素子の発光を十分吸収できる範囲であればよい。蛍光色素の種類によるが、使用する樹脂に対して1〜10<sup>-4</sup>mol/kgの濃度が好適に用いられる。

### 【0083】3. カラーフィルタ

本発明に用いられるカラーフィルタとしては、たとえば、下記の色素のみまたは、色素をバインダー樹脂中に溶解または分散させた固体状態のものを挙げることができる。

【0084】赤色(R)色素：ペリレン系顔料、レーキ顔料、アゾ系顔料、キナクリドン系顔料、アントラキノ系顔料、アントラセン系顔料、イソインドリン系顔料、イソインドリノン系顔料等の単品および少なくとも二種類以上の混合物

【0085】緑色(G)色素：ハロゲン多置換フタロシアニン系顔料、ハロゲン多置換銅フタロシアニン系顔料、トリフェルメタン系塩基性染料、イソインドリン系顔料、イソインドリノン系顔料等の単品および少なくとも二種類以上の混合物

【0086】青色(B)色素：銅フタロシアニン系顔料、インダンスロン系顔料、インドフェノール系顔料、シアニン系顔料、ジオキサジン系顔料等の単品および少なくとも二種類以上の混合物

【0087】一方、バインダー樹脂は、透明な(可視光50%以上)材料が好ましい。たとえば、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂(高分子)が挙げられる。

【0088】なお、カラーフィルタを平面的に分離配置するために、フォトリソグラフィ法が適用できる感光性樹脂も選ばれる。たとえば、アクリル酸系、メタクリル酸系、ポリケイ皮酸ビニル系、環ゴム系等の反応性ビニル基を有する光硬化型レジスト材料が挙げられる。また、印刷法を用いる場合には、透明な樹脂を用いた印刷インキ(メジウム)が選ばれる。たとえば、ポリ塩化ビニル樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、マレイン酸樹脂、ポリアミド樹脂のモノマー、オリゴマー、ポリマーまたは、ポリメチルメタクリレート、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の透明樹脂を用いることができる。

【0089】カラーフィルタが主に色素からなる場合は、所望のカラーフィルタパターンをマスクを介して真空蒸着またはスパッタリング法で成膜され、一方、色素とバインダー樹脂からなる場合は、蛍光色素と上記樹脂

およびレジストを混合、分散または可溶化させ、スピンコート、ロールコート、キャスト法等の方法で製膜し、フォトリソグラフィ法で所望のカラーフィルタパターンでパターンニングしたり、印刷等の方法で所望のカラーフィルタのパターンでパターンニングするのが一般的である。

【0090】それぞれのカラーフィルタの膜厚と透過率は、下記とすることが好ましい。

R：膜厚0.5～5.0 $\mu$ m（透過率50%以上／610nm）、G：膜厚0.5～5.0 $\mu$ m（透過率50%以上／545nm）、B：膜厚0.2～5.0 $\mu$ m（透過率50%以上／460nm）

【0091】また、特にカラーフィルタが色素とバインダー樹脂からなるものは、色素の濃度が、カラーフィルタが問題なくパターンニングできて、かつ、有機EL素子の発光を十分透過できる範囲であればよい。色素の種類にもよるが、使用するバインダー樹脂を含めたカラーフィルタ膜中に色素が5～50重量%含まれる。

【0092】本発明にはブラックマトリックスを用いることができる。このブラックマトリックスとしては、たとえば、下記の金属および金属酸化物薄膜、並びに黒色色素を挙げることができる。金属および金属酸化物薄膜の具体例としては、クロム（Cr）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）等の金属およびその酸化物の薄膜を挙げることができる。上記金属および金属酸化物の混合物としては、光学濃度3.0以上（膜厚100～3000オングストローム）のものが好ましい。

【0093】黒色色素の具体例としては、カーボンブラック、チタンブラック、アニリンブラックまたはカラーフィルタの色素を混合して、黒色化したもの、またはカラーフィルタと同じように上記色素をバインダー樹脂中に溶解または分散させた固体状態のものを挙げることができる。

【0094】金属および金属酸化物薄膜は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等により絶縁性基板全面か、マスクingの手法により少なくとも表示部全面に成膜後、フォトリソグラフィ法によりパターンニングを行って、ブラックマトリックスのパターンを形成することができる。

【0095】黒色色素を用いた場合は、カラーフィルタの場合と同様にパターンニングして、ブラックマトリックスを形成することができる。

【0096】

【実施例】以下、本発明を実施例によってさらに具体的に説明する。

#### ①有機EL素子の作製

In-Sn-O系透明電極43を形成した後のガラス基板5について、イソプロピルアルコール中での超音波洗浄を5分間行った後、UVオゾン洗浄を30分間行った。洗浄後の透明電極付きガラス基板を真空蒸着装置の

基板ホルダーに装着し、まず透明電極が形成されている側の面上に、前記透明電極を覆うようにして膜厚80nmの4,4'-ビス[N,N'-ジ(3-メチルフェニル)アミノ]-4,4'-フェニルトリフェニルアミン膜（以下「TPD74膜」と略記する。）を成膜した。このTPD74膜は、第1正孔注入層として機能する。TPD74膜の成膜に続けて、このTPD74膜上に膜厚20nmの4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル膜（以下「NPD膜」と略記する。）を成膜した。このNPD膜は、第2正孔注入層（正孔輸送層）として機能する。さらに、NPD膜の成膜に続けて、このNPD膜上に4,4'-ビス[2,2'-ジフェニルビニル]ビフェニル（以下「DPVB膜」と略記する。）とルモゲンフレッド（BAS F社製）とを重量比99：1になるように40nm成膜した。この共蒸着膜は、発光層として機能する。そして、この発光層上に膜厚20nmのトリス（8-キノリノール）アルミニウム膜（以下「Alq膜」と略記する。）を成膜した。このAlq膜は、電子注入層として機能する。この発光層と電子注入層とは、有機層42を形成する。この後、上記Alq膜まで成膜した透明電極付ガラス基板の下方（蒸着源側）に、開口を有するマスクを装着し、マグネシウム（Mg）と銀（Ag）とを二元蒸着させて、膜厚200nmのMg：Ag合金膜を前記のAlq膜上の所定位置に成膜した。このとき、Mgの蒸着レートは2nm/秒とし、Agの蒸着レートは0.1nm/秒とした。Mg：Ag合金膜は、陰極41として機能する。

#### ②色変換部材（緑色変換膜）の作製

ガラス基板をスクリーン印刷機にセットし、0.03mol/kgのクマリン6と、バインダー樹脂としてポリ塩化ビニル樹脂（平均分子量2万）と、溶剤としてシクロヘキサノンに溶解したインキ（粘度8000cps）とを、ガラス基板上に印刷し、80℃でベークして20 $\mu$ m膜厚の緑色変換膜（2G）を得た。

#### ③色変換部材（赤色変換膜）の作製

ガラス基板をスクリーン印刷機にセットし、0.03mol/kgの濃度のクマリン6と、4重量%のローダミン6Gと4重量%のローダミンBをベンゾグアナミン樹脂中に練り込んだ蛍光顔料と、バインダー樹脂として塩化ビニル樹脂（平均分子量2万）をシクロヘキサノンに溶解したインキ（粘度8000cps）とをガラス基板上に印刷し、80℃でベークして、20 $\mu$ m膜厚の赤色変換膜（2R）を得た。

#### ④青色フィルターの作製

ガラス基板上に30重量%（対固形分）の28重量%（対固形分）の銅フタロシアニン系顔料（C.I.ピグメントブルー15：6）と2重量%（対固形分）のジオキサジン系顔料（C.I.ピグメントバイオレット23）を分散したアクリレート系光硬化型レジスト（粘度



10 cps)を、スピコートし、80℃でベーク後、マスクを介して高圧水銀灯を光源とする露光機にて、レジスト膜を300 mJ/cm<sup>2</sup> (365 nm)で露光した。次に、1重量%炭酸ナトリウム水溶液で2分間室温現像後、200℃でベークして青色カラーフィルタのパターンを形成した。青色カラーフィルタ (3B) の膜厚さは2 μmであった。

#### ⑤ 緑色フィルタの作製

ガラス基板上に23重量%のハロゲン化銅フタロシアニン系顔料 (C. I. ピグメントグリーン36) と7重量%のアゾ系顔料 (C. I. ピグメントイエロー83) を分散したアクリレート系光硬化型レジスト (粘度10 cps)を、スピコートし、80℃でベーク後、マスクを介し、高圧水銀灯を光源とする露光機にて、レジスト膜を300 mJ/cm<sup>2</sup> (365 nm)で露光した。次に、1重量%炭酸ナトリウム水溶液で2分間室温現像後、200℃でベークして緑色カラーフィルタを形成した。緑色カラーフィルタ (3G) の膜厚は2 μmであった。

#### ⑥ 赤色フィルタの作製

ガラス基板上に24重量%のアントラキノン系顔料 (C. I. ピグメントレッド177) と6重量%のアゾ系顔料 (C. I. ピグメントイエロー6) を分散したアクリレート系光硬化型レジスト (粘度10 cps)をスピコートし、80℃でベーク後、マスクを介し、高圧水銀灯を光源とする露光機にて、レジスト膜を300 mJ/cm<sup>2</sup> (365 nm)で露光した。次に、1重量%炭酸ナトリウム水溶液で2分間室温現像後、200℃でベークして赤色カラーフィルタを形成した。赤色カラーフィルタ (3R) の膜厚は2 μmであった。

#### ⑦ 三原色の評価

①で作製した有機EL素子のガラス基板 (有機EL素子を作製した方の裏面) 上に図2に示すような配置で、各色の色変換膜および各色のカラーフィルタを配置し、重ね合わせた。重ね合わせる際、その間隙中にフッ化炭化水素溶液 (住友スリーエム社製、商品名: フロリナー

ト) を入れ密着性を高めた。有機EL素子を10Vで点灯させたところ、各画素の発光は以下の通りであった。この輝度比はホワイトバランスが良好であり好ましい。

	輝度
青色	10 cd/m <sup>2</sup>
緑色	72 cd/m <sup>2</sup>
赤色	20 cd/m <sup>2</sup>

すなわち、赤色輝度を大きくすることができた。

#### 【0097】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によって赤色変換効率を向上させ、高効率の三原色発光を可能とする表示素子を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表示素子の一実施形態を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の表示素子の一実施例を模式的に示す断面図である。

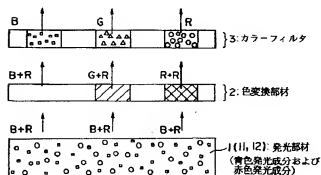
【図3】青色発光成分 (素子) と赤色発光成分 (素子) とからなる有機EL素子を模式的に示す断面図で (a) は積層した場合、(b) は貼り合わせた場合、(c) は添加、混合した場合をそれぞれ示す。

【図4】従来の表示素子を模式的に示す断面図である。

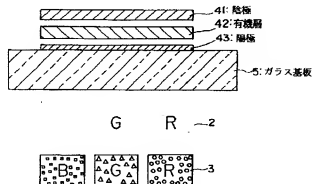
#### 【符号の説明】

- 発光部材
- 色変換部材
- カラーフィルタ
- 有機EL素子
- ガラス基板
- 貼り合わせ部材
- 青色発光成分 (素子) (B)
- 赤色発光成分 (素子) (R)
- 緑色発光成分 (素子) (G)
- 陰極
- 有機層
- 陽極

【図1】 Fig.1



【図2】 Fig.2



【図3】 Fig. 3

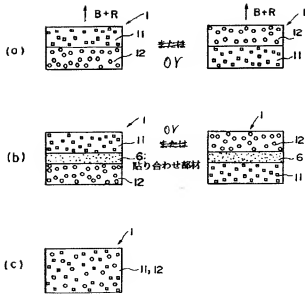
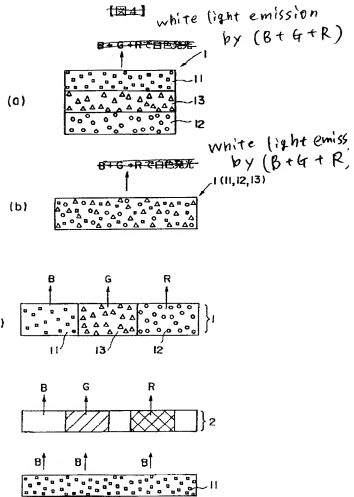


Fig. 7

【図4】



(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: H10-255983

(43) Publication Date of Patent Application: H10, September 25 (1998. 9. 25)

5 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> Identification Mark FI  
 H05B 33/22 H05 33/22  
 33/14 33/14

Request for Examination: Not made Number of Claims: 6 FD (Total Pages: 24)

---

(21) Application Number: H9-78946

10 (22) Application Date: H9, March 13 (1997. 3. 13)

(71) Applicant 000183646  
 Idemitsu Kosan Co., Ltd.  
 3-1-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo

(72) Inventor Hisayuki Kawamura  
 1280, Kamiizumi, Sodegaura-shi, Chiba

15 (72) Inventor Chishio Hosokawa  
 1280, Kamiizumi, Sodegaura-shi, Chiba

(74) Agent Patent Attorney Kihei Watanabe (one other)

---

20 (54) [Title of the Invention] DISPLAY ELEMENT

(57) [Abstract]

[Object] A display element capable of emitting light of three primary colors with a high efficiency is provided by improving a red conversion efficiency.

[Solving means]

25 A display element in which a light-emitting member (1) and a color conversion member (2) are sequentially arranged in a light-extraction direction, wherein the light-emitting member 1 includes a blue emission component (B) 11 and a red emission component (R) 12, and a luminance ratio of the blue emission component to the red emission component ((B) : (R)) is 20 : 1 to 1 : 1, and a color filter 3 is arranged on a  
 30 light-extraction side of the color conversion member 2.

[Scope of Claims]

[Claim 1]

A display element in which a light-emitting member and a color conversion member are sequentially arranged in a light-extraction direction,

wherein the light-emitting member includes a blue emission component (B)  
5 and a red emission component (R), and a luminance ratio of the blue emission component to the red emission component ((B) : (R)) is 20 : 1 to 1 : 1, and a color filter is arranged on a light-extraction side of the color conversion member.

[Claim 2]

The display element as described in claim 1, wherein in the light-emitting  
10 member, the blue emission component (B) and the red emission component (R) are mixed and dispersed in each other.

[Claim 3]

The display element as described in claim 1, wherein the light-emitting  
15 member is formed by stacking or attaching a layer including the blue emission component (B) and a layer including the red emission component (R).

[Claim 4]

The display element as described in any one of claims 1 to 3, wherein the blue  
20 emission component (B) and the red emission component (R) included in the light-emitting member are an organic electroluminescent light-emitting element which emits blue light and an organic electroluminescent light-emitting element which emits red light, respectively.

[Claim 5]

The display element as described in claim 4, wherein the light-emitting  
member is interposed between a pair of electrodes.

25 [Claim 6]

The display element as described in any one of claims 1 to 5, wherein a peak  
wavelength of light emission of the blue emission component (B) and a peak  
wavelength of light emission of the red emission component (R) are 450 to 500 nm and  
580 to 700 nm, respectively.

30 [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a multicolor light-emitting device. More specifically, the present invention relates a light-emitting element which can be used favorably for household display equipment and industrial display equipment, color displays and the like.

5 [0002]

[Related Art]

In order to make a color display element of a television or the like using an organic electroluminescent element (hereafter referred to as an organic EL element), it has been necessary to make pixels that emit blue, green, and red, the three primary  
10 colors of light. As techniques for doing so, as shown in FIG. 4, broadly classified, there are the two methods below.

① A method in which a color filter is used to extract blue, green, and red, respectively, from white light emission that contains all of the three primary colors (a white color method). This method includes a stacking type, shown in FIG. 4(a), and a mixing type,  
15 shown in FIG. 4(b).

② A method in which light emitting elements of blue, green, and red are arranged on a screen (a three-color arrangement method) (FIG. 4(c)).

However, red light emission from an organic EL element is difficult. A red light emitting organic EL element which has the same degree of luminous efficiency and  
20 half-life as the other colors, green and blue, has still not been obtained. Therefore, even in the three-color arrangement method ②, development of a superior red light emitting material remains as an object. Moreover, a red light emitting component is necessary in the white color method ① as well. Even if light emitting elements of each color are stacked, or light emitting materials of each color are mixed and they disperse each  
25 other, a superior red light emitting material is necessary.

[0003]

On the other hand, a color conversion method is known in addition to the above two colorization methods (FIG. 4(d)). This is a method in which a fluorescent colorant is irradiated with light of a predetermined wavelength to be excited, and is converted to  
30 light of a longer wavelength. There is a known method for converting blue light emission to green, red of a longer wavelength by using this. However, there is a problem in that energy difference is large for converting blue to red, and conversion

efficiency is lower than conversion from blue to green.

[0004]

[Problems to be solved by the Invention]

5 The present invention has been made in view of the above problems. It is an object of the present invention to provide a display element capable of emitting light of three primary colors with a high efficiency is provided by improving a red conversion efficiency.

[0005]

[Means for solving the Problems]

10 In order to achieve the above object, according to the present invention, a display element is provided, in which a light-emitting member and a color conversion member are sequentially arranged in a light-extraction direction, wherein the light-emitting member includes a blue emission component (B) and a red emission component (R), and a luminance ratio of the blue emission component to the red  
15 emission component ((B) : (R)) is 20 : 1 to 1 : 1, and a color filter is arranged on a light-extraction side of the color conversion member.

[0006]

20 In addition, as a preferred mode thereof, the display element as described in claim 1 is provided, wherein the light-emitting member is formed by mixing and dispersing the blue emission component (B) and the red emission component (R) in each other.

[0007]

25 In addition, as a preferred mode thereof, the display element is provided, wherein the light-emitting member is formed by stacking or attaching a layer including the blue emission component (B) and a layer including the red emission component (R).

[0008]

30 In addition, as a preferred mode thereof, the display element is provided, wherein the blue emission component (B) and the red emission component (R) included in the light-emitting member are an organic electroluminescent light-emitting element which emits blue light and an organic electroluminescent light-emitting element which emits red light, respectively.

[0009]

In addition, as a preferred mode thereof, the display element is provided, wherein the light-emitting member is interposed between a pair of electrodes.

[0010]

- 5 Further, as a preferred mode thereof, the display element is provided, wherein a peak wavelength of light emission of the blue emission component (B) and a peak wavelength of light emission of the red emission component (R) are 440 to 500 nm and 580 to 660 nm, respectively.

[0011]

- 10 [Embodiment Mode of the Invention]

Hereinafter, Embodiment Mode of the present invention will be described specifically with reference to drawings. FIG. 1 is a cross-sectional view showing one embodiment mode of a display element of the present invention schematically. FIG. 2 is a cross-sectional view showing one embodiment of a display element of the present invention schematically. I. As shown in a configuration diagram 1 of a display element, the display element of the present invention is formed by arranging sequentially in the light extraction direction, a light-emitting member 1 including a blue emission component (B) 11 and a red emission component (R) 12 of which luminance ratio ((R) : (B)) is 20 : 1 to 1 : 1, a color conversion member 2 and a color filter 3. Hereinafter, each component is described specifically.

#### 1. Light-emitting member

A light-emitting member 1 used in the present invention includes a blue emission component (B) 11 and a red emission component (R) 12 which have a predetermined luminance ratio. As the light-emitting member 1 like this, for example, an organic EL element using an organic matter layer including a light-emitting layer as a component can be given. As other light-emitting members, an inorganic EL, an LED and the like can be given. Hereinafter, an organic EL element is described as an example.

#### (1) Organic EL element

- 30 In an organic EL element used in the present invention, a thing including at least a recombination region and a light-emitting region is used as an organic matter layer. Since this recombination region and light-emitting region usually exist in the

light-emitting layer, only the light-emitting layer may be used as the organic matter layer in the present invention. However, as necessary, for example, a hole injecting layer, an electron injecting layer, an organic semiconductor layer, an electron barrier layer, an adhesion improvement layer, or the like can be used, in addition to the

light-emitting layer.  
[0012]

Next, a typical configuration example of an organic EL element used in the present invention is shown. Naturally, the present invention is not limited to this.

(1) transparent electrode (anode) / light-emitting layer / electrode (cathode)

(2) transparent electrode (anode) / hole injecting layer / light-emitting layer / electrode (cathode)

(3) transparent electrode (anode) / light-emitting layer / electron injecting layer / electrode (cathode)

(4) transparent electrode (anode) / hole injecting layer / light-emitting layer / electron injecting layer / electrode (cathode)

(5) anode / organic semiconductor layer / light-emitting layer / cathode

(6) anode / organic semiconductor layer / electron barrier layer / light-emitting layer / cathode

(7) anode / hole injecting layer / light-emitting layer / adhesion improvement layer / cathode

Such structures can be given. Among these structures, the structure (4) is usually preferably used. In this light-emitting layer, a blue emission component (B) and a red emission component (R) are included.

① Light-emitting layer

(i) Blue emission component (B)

The blue emission component (B) used in the present invention means an organic compound having a fluorescent peak of 450 to 500 nm, more preferably 450 to 480 nm in a solid state. There are no particular limitations on an organic compound used for the blue emission component. For example, among organic compounds described in Japanese Published Patent Application No. H3-231970 bulletin, International Publication Patent WO92/05131 bulletin, Japanese Patent Application No.



H5-170354 specification, and Japanese Patent Application No. H5-129438 specification, ones which satisfy the above fluorescent condition of the blue emission component is given. As a preferable one, a combination of one which satisfies the above fluorescent condition of the blue emission component among the organic compounds described in Japanese Published Patent Application No. H3-231970 bulletin, International Publication Patent WO92/05131 bulletin, and Japanese Patent Application No. H5-170354 specification, and an appropriate compound described in Japanese Patent Application No. H5-129438 specification, and further, a compound which satisfies the above fluorescent condition of the blue emission component among compounds used for a hole inject-transport layer to be described below can be given. Next, as a compound which satisfies the fluorescent condition of the blue emission component described in Japanese Published Patent Application No. H3-231970 bulletin, International Publication Patent WO92/05131 bulletin, the above general formula (I) can be given.

[0013]

[Chemical Formula 1]

[0014]

Distyryl arylene based compound represented by [In the formula,  $R^1$  to  $R^4$  each represent a hydrogen atom, an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms, an alkoxy group having 1 to 6 carbon atoms, an aralkyl group having 7 to 18 carbon atoms, a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 18 carbon atoms, a substituted or unsubstituted aromatic heterocyclic group, a substituted or unsubstituted cyclohexyl group, a substituted or unsubstituted aryloxy group having 6 to 18 carbon atoms, or a substituted or unsubstituted pyridyl group. Here, a substituent represents an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms, an alkoxy group having 1 to 6 carbon atoms, an aralkyl group having 7 to 18 carbon atoms, an aryloxy group having 6 to 18 carbon atoms, an acyl group having 1 to 6 carbon atoms, an acyloxy group having 1 to 6 carbon atoms, a carboxyl group, a styryl group, an arylcarbonyl group having 6 to 20 carbon atoms, an aryloxy carbonyl group having 6 to 20 carbon atoms, an alkoxy carbonyl group having 1 to 6 carbon atoms, a vinyl group, an anilino carbonyl group, a carbamoyl group, a phenyl group, a nitro group, a hydroxyl group or a halogen atom. These substituents

may be single or multiple. In addition,  $R^1$  to  $R^4$  may be the same or different, and  $R^1$  and  $R^2$ , and  $R^3$  and  $R^4$  may bind with a group substituted with each other to form a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 5-membered ring or a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 6-membered ring. Ar represents a substituted or unsubstituted arylene group having 6 to 20 carbon atoms, may be single-substituted or multi-substituted, or a binding site may be any of ortho, para, and meta. Note that the substituent is the same as the above. Substituents of the arylene group may bind with each other to form a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 5-membered ring or a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 6-membered ring. Note that when Ar is an unsubstituted phenylene,  $R^1$  to  $R^4$  are each selected from an alkoxy group having 1 to 6 carbon atoms, an aralkyl group having 7 to 18 carbon atoms, a substituted or unsubstituted naphthyl group, a biphenyl group, a cyclohexyl group, or an aryloxy group.] , a general formula (II).

A-Q-B --- (II)

A general formula (II), an aromatic methyldine compound represented by [In the formula, A and B each represent a monovalent group in which a hydrogen atom is removed from the compound represented by the above formula (I) and may be the same as or different from each other. In addition, Q represents a divalent group which disconnects a conjugated system]

[0015]

[Chemical formula 2]

[0016]

There can be given an aromatic methyldine compound represented by [In the formula,  $A^1$  represents a substituted or unsubstituted arylene group having 6 to 20 carbon atoms or a bivalent aromatic heterocyclic group. The binding position may be either ortho, meta or para.  $A^2$  represents a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 20 carbon atoms or a monovalent aromatic heterocyclic group.  $R^5$  and  $R^6$  each show a hydrogen atom, a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 20 carbon atoms, a cyclohexyl group, a monovalent aromatic series heterocyclic group, an alkyl group having 1 to 10 carbon atoms, an aralkyl group having 7 to 20 carbon atom or an alkoxy group having 1 to 10 carbon atoms. Note that  $R^5$  and  $R^6$  may be the same

or different. Here, the substituent is an alkyl group, an aryloxy group, an amino group or a phenyl group which has such a group or does not have, and the substituent is may be single or multiple. Each substituent of  $R^5$  may bind with  $A^1$  to form a saturated or unsaturated 5-membered ring or a 6-membered ring, and similarly, each substituent of  
 5  $R^6$  may bind with  $A^2$  to form a saturated or unsaturated 5-membered ring or a 6-membered ring. In addition  $Q^1$  is the same as the above.]

[0017]

$R^1$  to  $R^4$  in the formula (I) may be the same or different as described above, each represent a hydrogen atom, an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms (a methyl  
 10 group, an ethyl group, an n-propyl group, an isopropyl group, an n-butyl group, an isobutyl group, a sec-butyl group, a tert-butyl group, an isopentyl group, a t-pentyl group, a neopentyl group, or an isohexyl group), an alkoxy group having 1 to 6 carbon atoms (a methoxy group, an ethoxy group, a propoxy group, a butoxy group or the like), an aralkyl group having 1 to 8 carbon atoms (a benzyl group, a phenethyl group or the  
 15 like, an aryl group having 6 to 18 carbon atoms (a phenyl group, a biphenyl group, a naphthyl group or the like), a cyclohexyl group, an aromatic heterocyclic group (a viridyl group, a quinolyl group), an aryloxy group having 6 to 8 carbon atoms (a phenoxy group, a biphenyloxy group, a naphthyloxy group or the like).

[0018]

20 In addition,  $R^1$  to  $R^4$  may be one in which a substituent may bind with these. That is to say,  $R^1$  to  $R^4$  each show a substituent-containing phenyl group, a substituent-containing aralkyl group, a substituent-containing cyclohexyl group, a substituent-containing biphenyl group, or a substituent-containing naphthyl group. Here, a substituent is an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms, an alkoxy group  
 25 having 1 to 6 carbon atoms, an aralkyl group having carbon atoms 7 to 18, an aryloxy group having 6 to 18 carbon atoms, an acyl group having 1 to 6 carbon atoms, an acyloxy group having 1 to 6 carbon atoms, a carboxyl group, a styryl group, an arylcarbonyl group having 6 to 20 carbon atoms, an aryloxycarbonyl group having 6 to 20 carbon atoms, an alkoxycarbonyl group having 1 to 6 carbon atoms, a vinyl group,  
 30 an anilincarbonyl group, a carbamoyl group, a phenyl group, a nitro group, a hydroxyl group or a halogen atom, and multiple substitution may be made. Therefore, for example, the substituent-containing aralkyl group is aralkyl group substituted by an

alkyl group (a methylbenzyl group, a methylphenethyl group or the like), an aralkyl group substituted by an alkoxy group (a methoxybenzyl group, an ethoxyphenethyl group or the like), an aralkyl group substituted by an aryloxy group (a phenoxybenzyl group, a naphthyloxyphenethyl group or the like), an aralkyl group substituted by a phenyl group (a phenylphenethyl group or the like), and the substituent-containing phenyl group is a phenyl group substituted by an alkyl group (a tolyl group, a dimethylphenyl group, an ethylphenyl group or the like), a phenyl group substituted by an alkoxy group (a methoxyphenyl group, an ethoxyphenyl group or the like), a phenyl group substituted by an aryloxy group (a phenoxyphenyl group, a naphthyloxyphenyl group or the like) or a phenyl group substituted by a phenyl group (i.e., a biphenyl group). In addition, the substituent-containing cyclohexyl group is a cyclohexyl group substituted by an alkyl group (a methylcyclohexyl group, a dimethylcyclohexyl group, an ethylcyclohexyl group or the like), a cyclohexyl group substituted by an alkoxy group (a methoxycyclohexyl group, an ethoxycyclohexyl group or the like) or a cyclohexyl group substituted by an aryloxy group (a phenoxy cyclohexyl group, a naphthyloxy cyclohexyl group or the like), a cyclohexyl group substituted by a phenyl group (a phenylcyclohexyl group). The substituent-containing naphthyl group is a naphthyl group substituted by an alkyl group (a methyl naphthyl group, a dimethyl naphthyl group or the like), a naphthyl group substituted by an alkoxy group (a methoxy naphthyl group, an ethoxy naphthyl group or the like) or a naphthyl group substituted by an aryloxy group (a phenoxy naphthyl group, a naphthyloxy naphthyl group), a naphthyl group substituted by a phenyl group (a phenyl naphthyl group).

[0019]

The above  $R^1$  to  $R^4$  may be each preferably an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms, an aryloxy group, a phenyl group, a naphthyl group, a biphenyl group, or a cyclohexyl group among the above described ones. These may be substituted or unsubstituted. In addition,  $R^1$  to  $R^4$  may be the same as or different from each other, and  $R^1$  and  $R^2$ , and  $R^3$  and  $R^4$  may bind with a group substituted with each other to form a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 5-membered ring or a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 6-membered ring.

[0020]

On the other hand, Ar of the general formula (I) shows a substituted or

unsubstituted arylene group having 6 to 20 carbon atoms, and an arylene group such as a substituted or unsubstituted phenylene group, a biphenylene group, p-terphenylene group, a naphthylene group, a terphenylene group, a naphthalenediyl group, an anthracenediyl group, a phenanthrenediyl group, or a phenalenediyl group, and may be substituted or unsubstituted. In addition, a binding position of methyldiene ( $=C=CH-$ ) may be any position such as ortho, meta, or para. Note that when Ar is an unsubstituted phenylene,  $R^1$  to  $R^4$  is one selected from an alkoxy group having 1 to 6 carbon atoms, an aralkyl group having 7 to 18 carbon atoms, a substituted or unsubstituted naphthyl group, a biphenyl group, a cyclohexyl group, or an aryloxy group. The substituent is an alkyl group (a methyl group, an ethyl group, a n-propyl group, an isopropyl group, an n-butyl group, an isobutyl group, a sec-butyl group, a t-butyl group, an isopentyl group, a t-pentyl group, a neopentyl group, an isohexyl group, or the like), an alkoxy group (a methoxy group, an ethoxy group, a propoxy group, an isopropoxy group, a butyloxy group, an isobutyloxy group, a sec-butyloxy group, a t-butyloxy group, an isopentyloxy group, or a t-pentyloxy group), an aryloxy group, (a phenoxy group, or a naphthyloxy group), an acyl group (a formyl group, an acetyl group, a propionyl group, butyryl group or the like), an acyloxy group, an aralkyl group (a benzyl group, a phenethyl group or the like), a phenyl group, a hydroxyl group, a carboxyl group, an anilinoacarbonyl group, a carbamoyl group, an aryloxyacarbonyl group, a methoxyacarbonyl group, an ethoxyacarbonyl group, a butoxyacarbonyl group, a nitro group, a halogen atom, and single substitution or plural substitution may be done.

[0021]

A methyldiene aromatic compound represented by the above general formula (I) has two methyldiene ( $=C=CH-$ ) groups in one molecule, and based on geometrical isomers of this methyldiene group, there are four combinations of cis-cis, trans-cis, cis-trans, and trans-trans. The blue emission component used in an EL element of the present invention may be either of them or a mixture of geometrical isomers. It is the most preferable that all are trans isomers. In addition, the above substituent may bind between substituents, and may form a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 5-membered ring or 6-membered ring.

[0022]

A and B in the general formula (II) each show a monovalent group excluding

one hydrogen atom from the compound represented by the above general formula (I) and may be the same or different. Here, Q in the general formula (II) shows a bivalent group disconnecting a conjugated system. Here, the conjugated system is made by the delocalization of pi-electrons and includes a conjugated double bond or one based on an  
5 unpaired pair of electrons or a lone pair of electrons. As specific examples of Q, there are given.

[0023]

[Chemical Formula 3]

10 [0024]

The reason for using a bivalent group disconnecting a conjugated system in this manner is that EL emission color obtained when A or B described above (i.e., the compound of the general formula (I)) is singularly used as an organic EL element is not different from an EL emission color obtained when the compound represented by the  
15 general formula (II) is used as an organic EL element of the present invention. In other words, this is done so that the blue emission component represented by the general formula (I) or the general formula (II) may not become a shorter wavelength or a longer wavelength. In addition, it can be confirmed that when the conjugated system is disconnected and A and B are connected by bivalent group, the glass transition  
20 temperature (T<sub>g</sub>) increases, and a even microcrystal thin film which is free from pinholes or an amorphous thin film can be obtained to enhance light emission uniformity. Further, by binding with the bivalent group disconnecting the conjugated system, an advantage of easily conducting synthesis or purification without making EL light emission wavelength longer is included.

25 [0025]

In addition, A<sup>1</sup> in the general formula (III) represents a substituted or unsubstituted arylene group having 6 to 20 carbon atoms or a bivalent aromatic heterocyclic group, and A<sup>2</sup> represents a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 20 carbon atoms (a phenyl group, a biphenyl group, a naphthyl group or the like) or a  
30 monovalent aromatic series heterocyclic group. R<sup>5</sup> and R<sup>6</sup> each show a hydrogen atom, a substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 20 carbon atoms, a cyclohexyl group, a monovalent aromatic heterocyclic group, an alkyl group having 1 to 10 carbon

atoms (a methyl group, an ethyl group, an n-propyl group, an isopropyl group, an n-butyl group, an isobutyl group, a sec-butyl group, a tert-butyl group, an isopentyl group, a t-pentyl group, a neopentyl group, an isohexyl group or the like), an aralkyl group having 7 to 20 carbon atoms (a benzyl group, a phenethyl group or the like) or an alkoxy group having 1 to 10 carbon atoms (a methoxy group, ethoxy groups, a propoxy group, a butoxy group or the like). In addition,  $R^5$  and  $R^6$  may be the same or different. Here, the substituent is an alkyl group, an aryloxy group, an amino group or a phenyl group which has these groups or does not have, and the substituent may be single or plural. Each substituent of  $R^5$  may bind with  $A^1$  to form a saturated or unsaturated 5-membered ring or a 6-membered ring, and similarly, each substituent of  $R^6$  may bind with  $A^2$  to form a saturated or unsaturated 5-membered ring or 6-membered ring. Here, Q shows a bivalent group disconnecting a conjugated system similarly to the above. In addition, a binding position of the  $A^1$  may be any position such as ortho, meta, or para. Further, in the present invention, it is necessary that the organic compound represented by the above general formula (I), (II), or (III) are compounds which emit blue purple, purple blue, blue, green blue or blue green in the CIE chromaticity coordinates. Specifically,

[0026]

[Chemical formula 4]

[0027] [Chemical formula 5]

[0028] [Chemical formula 6]

[0029]

[Chemical formula 7]

5 [0030]

[Chemical formula 8]

[0031] [Chemical formula 9]

[0032] [Chemical formula 10]

[0033] [Chemical formula 11]

10 [0034] [Chemical formula 12]

[0035]

[Chemical formula 13]

[0036]

and the like are given. As other organic compounds,

15 [0037]

[Chemical formula 14]

[0038]

and the like can be given. In addition, as a compound which satisfies the above fluorescent condition of the blue emission component described in the Japanese Patent

20 Application No. H5-170354 specification, the general formula (XI)

[0039]

[Chemical formula 15]

[0040]

25 There can be given a styryl compound of the terphenylene derivative represented by [In the formula,  $R^{37}$  to  $R^{48}$  independently represent a hydrogen atom or an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms. Note that at least one of  $R^{37}$  to  $R^{48}$  represents an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms. In addition,  $R^{38}$  and  $R^{39}$ ,  $R^{40}$  and  $R^{41}$ ,  $R^{44}$  and  $R^{45}$ , and  $R^{46}$  and  $R^{47}$  may bind with each other to form a saturated or unsaturated 5-membered ring or 6-membered ring. X and Y independently represent a

30 substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 20 carbon atoms. X and Y may bind with a substituent to form a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 5-membered ring or 6-membered ring. Here, the substituent shows an alkyl group



having 1 to 6 carbon atoms, an alkoxy group having 1 to 6 carbon atoms, an aryloxy group having 6 to 18 carbon atoms, a phenyl group, an amino group, a cyano group, a nitro group, a hydroxyl group or a halogen atom. These substituents may be single or multiple.]

5 [0041]

Here, in the general formula (XI),  $R^{37}$  to  $R^{48}$  independently represent a hydrogen atom, an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms such as a methyl group, an ethyl group, an n-propyl group, an isopropyl group, an n-butyl group, an isobutyl group, a sec-butyl group, a t-butyl group, an isopentyl group, a t-pentyl group, a neopentyl group, an n-hexyl group, or an isohexyl group. Note that at least one of  $R^{37}$  to  $R^{48}$  is an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms, in particular, a methyl group or an ethyl group is preferable. In addition,  $R^{38}$  and  $R^{39}$ ,  $R^{40}$  and  $R^{41}$ ,  $R^{44}$  and  $R^{45}$ , and  $R^{46}$  and  $R^{47}$  may bind with each other to form a saturated or unsaturated 5-membered ring or a saturated or unsaturated 6-membered ring. As an example of a styryl compound having the saturated or unsaturated 5-membered ring or 6-membered ring, when  $R^{38}$  and  $R^{39}$ , and  $R^{46}$  and  $R^{47}$  form a saturated 5-membered ring,

[0042]

[Chemical formula 16]

[0043]

20 or the like is given, When  $R^{46}$  and  $R^{47}$  form a saturated 6-membered ring,

[0044]

[Chemical formula 17]

[0045]

or the like is given. X and Y independently represent an substituted or unsubstituted aryl group having 6 to 20 carbon atoms such as a phenyl group, a naphthyl group, a biphenyl group, a terphenyl group, an antraryl group, a phenanthryl group, a pyrenyl group, or a perylenyl group. Here, as a substituent, for example, an alkyl group having 1 to 6 carbon atoms such as a methyl group, an ethyl group, an n-propyl group, an isopropyl group, an n-butyl group, an isobutyl group, a sec-butyl group, a t-butyl group, an isopentyl group, a t-pentyl group, a neopentyl group, an n-hexyl group, or an isohexyl group; an alkoxy group having 1 to 6 carbon atoms such as a methoxy group, an ethoxy group, an n-propoxy group, an isopropoxy group, an n-butyloxy group, an

isobutyloxy group, a sec-butyloxy group, an isopentyloxy group, a t-pentyl oxy group, or an n-hexyloxy group; an aryloxy group having 6 to 18 carbon atoms such as a phenoxy group, or a naphthyloxy group; a phenyl group; an amino group; a cyano group; a nitro group; a hydroxyl group; or a halogen atom are given. These substituents may be single or multiple. In addition, X and Y may bind with a substituent to form a substituted or unsubstituted saturated or unsaturated 5-membered ring or a saturated or unsaturated 6-membered ring. As an example of the styryl compound having the saturated or unsaturated 5-membered ring or 6-membered ring, when X and Y form a saturated 5-membered ring,

10 [0046]

[Chemical formula 18]

[0047]

or the like can be given, and when X and Y form a saturated 6-membered ring,

[0048]

15 [Chemical formula 19]

[0049]

or the like can be given.

[0050]

The styryl compound represented by the above general formula (XI) can be formed by various known methods. Specifically, the following two methods can be given.

20

Method 1

General formula (a)

[0051]

[Chemical formula 20]

25 [0052]

A phosphonate ester represented by [In the formula, R represents an alkyl group having 1 to 4 carbon atoms, or a phenyl group, and  $R^{37}$  to  $R^{48}$  are the same as the above.] and the general formula (b)

[0053]

30 [Chemical formula 21]

[0054]

A carbonyl compound represented by [In the formula, X and Y are the same as

the above.] can be synthesized by a condensation method in the existence of base (Witting reaction or Witting-Horner reaction).

Method 2

General formula (c)

5 [0055]

[Chemical formula 22]

[0056]

A dialdehyde compound represented by [In the formula,  $R^{37}$  to  $R^{48}$  are the same as the above.] and a general formula (d).

10 [0057] [Chemical formula 23]

[0058]

Phosphonate ester represented by [In the formula, R, X and Y are the same as the above.] can be synthesized by a condensation method in the existence of base (Witting reaction or Witting-Horner reaction).

15 [0059]

A reaction solvent used in this synthesis is preferably hydrocarbon, alcohols, or ethers. Specifically, methanol; ethanol; isopropanol; butanol; 2-methoxyethanol; 1,2-dimethoxyethane; bis(2-methoxyethyl)ether; dioxane; tetrahydrofuran; toluene; xylene; dimethylsulfoxide; N,N-dimethylformamide; N-methylpyrrolidone; 1,3-dimethyl-2-imidazolidinone or the like can be given. In particular, tetrahydrofuran, dimethylsulfoxide are preferred. In addition, for a condensing agent, sodium hydroxide, potassium hydroxide, sodium amide, sodium hydride, n-butyllithium, sodium methylate, potassium-t-butoxide, or the like is preferable, and in particular, n-butyllithium, potassium-t-butoxide are preferable. The reaction temperature is different depending on the type of a reaction raw material to be used, and cannot be determined unambiguously, but usually, a wide range of 0 °C to about 100 °C can be set down. The range of 0 °C to a room temperature is especially preferable.

[0060]

Hereinafter, specific examples (1) to (26) of the above styryl compound used in the present invention are given; however, the present invention is not limited to these.

30

[0061] [Chemical formula 24]

[0062] [Chemical formula 25]

[0063] [Chemical formula 26]

[0064] [Chemical formula 27]

5 [0065] [Chemical formula 28]

[0066]

In addition, an aluminum complex as shown by the structural formula below is preferable as a blue emission component, too.

[0067] [Chemical formula 29]

10 [0068]

[In the formula,  $R^{17}$  to  $R^{19}$  independently represent a hydrogen atom, an alkyl group such as a methyl group, and  $R^{20}$  to  $R^{22}$  independently represent a hydrogen atom, a halogen atom, a  $\alpha$ -haloalkyl group, a  $\alpha$ -haloalkoxy group, an amido group, a carbonyl group, a sulfonyl group, a carbonyloxy group, an oxycarbonyl group, an allyl group or the like. In addition,  $L^1$  to  $L^5$  independently represent a hydrogen atom, a hydrocarbon group having 1 to 12 carbon atoms,  $L^1$  and  $L^2$ , and  $L^2$  and  $L^3$  may bind with each other to form an aromatic ring.] or the like is given.

[0069]

(ii) Red emission component (R)

20 As red fluorescent component (R), an organic compound which preferably has a peak wavelength in a solution state of 580 to 700 nm, more preferably 600 to 640 nm may be used, and there are no particular limitations. For example, there is given a dicyanomethylene pyran derivative, a dicyanomethylene thiopyran derivative, a fluorescein derivative, a perylene derivative or the like which is used as red emitting  
25 laser colorant described in European published patent No. 0281381 bulletin.  
Specifically,

[0070]

[Chemical formula 30]

[0071]

30 or the like can be given.

It is necessary for these organic compounds to be contained at a rate of 0.1 to 10 mol %, preferably 0.5 to 5 mol % with respect to the organic compound forming a layer. The

0.1 to 10 mol % is a concentration range which does not cause concentration quenching.

(iii) Formation method of light-emitting layer

As a method for forming a light-emitting layer including a blue emission component (B) and a red emission component (R), a method in which a light-emitting layer including a blue emission component (B) and a light-emitting layer including (R) are stacked (FIG. 3(a)), a method in which the two light-emitting layers are attached (FIG. 3(b)), a method in which a slight amount (0.1 to 10 weight %) of red emission component (R) is added into the light-emitting layer including the blue emission component (B) (FIG. 3(c)), and the like are given. Note that the attaching method shown in FIG. 3(b) preferably employs a photo-curing adhesive, a thermosetting adhesive or a low melting metal.

(iv) Film thickness

The film thickness of the organic light-emitting layer is usually 0.1 to 200 nm, preferably 0.1 to 50 nm, more preferably 1 to 40 nm.

(v) Luminance ratio between the blue emission component (B) and the red emission component (R)

Hereinafter, a reason for setting ((B) : (R)) to 20:1 to 1:1 is described.

It is assumed that the luminance ratio and the height ratio ( $\approx$ area ratio) of peaks of (B) and (R) are proportional (assumption 1). The luminance of (B) is  $(100-\alpha)$   $\text{cd/m}^2$ . The luminance of (R) is  $\alpha$   $\text{cd/m}^2$ . Each emission of (B), (G) and (R) are thought to be extracted by combining a color conversion method and color filters with the total luminance of 100  $\text{cd/m}^2$  of light source. At that time, the luminance of (B) is  $\theta_B(100-\alpha)$   $\text{cd/m}^2$ , the luminance of (G) is  $\theta_G(100-\alpha)$   $\text{cd/m}^2$ , and the luminance of (R) is  $\theta_R\{(100-\alpha)/5+\alpha\}$   $\text{cd/m}^2$ . Note that it is assumed that the conversion efficiency of (B)  $\rightarrow$  (G) is 100 % and the conversion efficiency of (B)  $\rightarrow$  (R) is 20 % (assumptions 2, 3).  $\theta_B$ ,  $\theta_G$ , and  $\theta_R$  are a transmittance of each color filter. In order to obtain white light emission, the luminance ratio of (B) : (G) : (R) is empirically known to be 1 : 7 : 2. Since the luminance ratio of (B) and (G) is  $\theta_B(100-\alpha) : \theta_G(100-\alpha) = \theta_B : \theta_G$ , it is determined depending on only characteristics of color filters (in other words, it does not depend on the ratio of (B) and (R) of the light source). Since the luminance of 1/7 of (G) is sufficient for (B), it is adequately possible that the balance between (B) and (G) is adjusted by selecting a color filter. In summary, only the ratio of (G) and (B) may be

considered in order to adjust white balance. Here, when the ratio of (G) and (R) is just 7 : 2, how high of a luminance is needed for  $\alpha$  becomes a problem.

[0072]

$$[\text{Equation 1}] \quad \theta_G \times (100 - \alpha) / 7 = \theta_R \times \{(100 - \alpha) / 5 + \alpha\} / 2$$

5 [0073]

It is assumed that  $\theta_G$  which is a ratio in which light emission of (G) is reduced by the color filter and  $\theta_R$  which is a ratio in which light emission of (R) is reduced by the color filter are almost equal (assumption 4),  $\alpha \approx$  (nearly equal) 8. That is, when the conversion efficiency of (B)  $\rightarrow$  (G) is 20 %, if (R) light emission of 8 cd/m<sup>2</sup> or more is included, with respect to (B) light emission of 92 cd/m<sup>2</sup>, (R), in ratio of (A) and (B), becomes larger than (R) of (B) : (R) = 7 : 2. Thus, selection of  $\theta_R$  becomes easy (somewhat  $\theta_R > \theta_G$  ( $\theta_R$  is slightly larger than  $\theta_G$ ) is acceptable.).

In other words, since the conversion efficiency of (B)  $\rightarrow$  (R) in the present state is about 20 %, it is necessary that (R) light emission of 8 cd/m<sup>2</sup> or more is included, with respect to (B) light emission of 92 cd/m<sup>2</sup>.

$$92 : 8 = 11.5 : 1$$

There, it is necessary that the luminance ratio of (B) and (R) is equal to or greater than 20 : 1. (This means (B) : (R) = n : 1, 0 < n < 20)

[0074]⊙ Hole injecting layer

20 Next, a hole injection layer is not always necessary for an element used in the present invention; however, it is preferably used in order to enhance light-emitting performance. This hole injecting layer is a layer assisting injection of holes to the light-emitting layer, and has a high hole mobility and usually ionization energy of 5.5 eV or less. As the hole injecting layer like this, a material which transfers holes to the light-emitting layer at lower electric field is preferable and further, it is more preferable that the hole mobility is 10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup>/V·sec at the application of voltage of 10<sup>4</sup> to 10<sup>6</sup> V/cm. As for such hole injecting material, there are no particular limitations as long as materials have the preferred characteristics. An arbitrary material can be selected from materials which are conventionally used as a charge transporting material for holes, or known materials which are used for a hole injecting layer of an EL element in photoconducting materials, and used.

30

## [0075] ④ Electron injecting layer

On the other hand, an electron injecting layer is a layer assisting injection of electrons to a light-emitting layer, and the electron mobility is high, and an adhesion improvement layer is, in particular, a layer made from a material that has a good  
 5 adhesion with a cathode, of such electron injecting layers. As a material used for the electron injecting layer, for example, a metallic complex such as 8-hydroxyquinoline or a derivative thereof or an oxadiazole derivative can preferably be given. In addition, for a material used for an adhesion improvement layer, a metallic complex of  
 8-hydroxyquinoline or a derivative thereof is preferred in particular. As a specific  
 10 example of a metallic complex of 8-hydroxyquinoline or the derivative described above, a metal chelate oxynoid compound including chelate of oxine (in general, 8-quinolinol or 8-hydroxyquinoline) is given.

## [0076] ④ Anode

As an anode, a thing using a metal, an alloy or an electric conductive  
 15 compound having a high work function (4 eV or more), or a thing using a mixture of these as an electrode substance can be used. As a specific example of such an electrode substance, a metal such as Au or conductive transparent materials such as CuI, ITO, SnO<sub>2</sub>, or ZnO are given. An anode can be formed by forming a thin film by an evaporation method, a sputtering method or the like using such electrode substances.  
 20 When light emitted from the light-emitting layer is extracted from the anode like this, transmittance of light emission for the anode is preferably set to higher than 10 %. In addition, the sheet resistance of the anode is preferably several hundreds  $\Omega/\square$  or less. The thickness of the anode depends on materials, but it is usually selected in the range of 10 nm to 1  $\mu\text{m}$ , preferably 10 to 200 nm. In the present invention, the electrode  
 25 used as the anode may be either a substrate electrode or an opposite electrode depending on the formation position.

## [0077] ④ Cathode

As a cathode, a thing using a metal, an alloy or an electric conductive compound having a low work function (4 eV or less), or a thing using a mixture of these  
 30 as an electrode substance can be used. As specific examples of such electrode substances, sodium, a sodium-potassium alloy, magnesium, lithium, a magnesium-silver

alloy, aluminum-aluminum oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), an aluminum-lithium alloy, indium, a rare earth metal and the like are given. This cathode can be formed by forming a thin film by an evaporation method, a sputtering method or the like using such electrode substances. In addition, the sheet resistance of the cathode is preferably several  
 5 hundreds  $\Omega/\square$  or less, and the thickness is usually preferable in the range of 10 nm to 1  $\mu\text{m}$ , preferably 50 to 200 nm. Note that in an EL element used in the present invention, it is preferable that either the anode or the cathode is transparent or semitransparent, since emitted light can be transmitted and good extraction efficiency can be obtained. In addition, in the present invention, the electrode used as the cathode may be either a  
 10 substrate electrode or an opposite electrode depending on the formation position.

[0078] (2) Substrate

In general, the organic EL element is formed on a substrate. As the substrate used in the present invention, a material which is normally used as an organic EL material can be used.

15 [0079]

As a specific material, for example, a glass plate, a ceramic plate, a plastic plate (polycarbonate, acrylic, vinyl chloride, polyethyleneterephthalate, polyimide, polyester resin, or the like), a metal plate and a plate made from the same material as an insulating layer to be described later, and the like can be given.

20 [0080] 2. Color conversion member

A color conversion member used in the present invention is one in which a fluorescent colorant is dispersed in a transparent medium, and it means one having a function of converting blue incident light to red or green in the present invention. For example, as a fluorescent colorant converting light emission of blue emission member  
 25 to light of orange to red or green, a cyanine based colorant such as 4-dicyanomethylene-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (hereinafter DCM), a pyridine based colorant such as 1-ethyl-2-(4-(p-dimethylaminophenyl)-1,3-butadienyl)-pyridium-perchlorate (hereinafter pyridine 1), a xanthin based colorant such as rhodamineB or rhodamine6G,  
 30 and further, an oxazine based can be given. Further, various types of dyes (such as direct dye, acid dye, basic dye, or disperse dye) can be used as long as they have a



fluorescent property. In addition, the fluorescent colorant may be kneaded into a resin in advance to be a pigment.

[0081]

These fluorescent colorants may be used singularly or may be mixed if needed.

- 5 In particular, since the fluorescent conversion efficiency of to red is low, the above colorants may be mixed so as to increase conversion efficiency to fluorescence from luminescence. On the other hand, as for the resin, a transparent material (visible light 50 % or more) is preferable. For example, a transparent resin (high molecule) such as polymethylmethacrylate, polyacrylate, polycarbonate, polyvinyl alcohol,
- 10 polyvinylpyrrolidone, hydroxyethylcellulose, or carboxymethylcellulose can be used. Note that a transparent photosensitive resin to which a photolithography method can be applied can also be selected in order to separately arrange color conversion members planarly. For example, a photo-curing type resist material having a reactive vinyl group of an acrylic acid based, a methacryl acid based, a poly cinnamic acid vinyl based,
- 15 a ring rubber based or the like can be given. In the case of using a printing method, a printing ink (medium) using a transparent resin can be selected. For example, a monomer, oligomer or polymer of melamine resin, phenol resin, alkyd resin, epoxy resin, polyurethane resin, polyester resin, maleate resin, polyamide resin, or a transparent resin such as polymethylmethacrylate, polyacrylate, polycarbonate,
- 20 polyvinyl alcohol, polyvinylpyrrolidone, hydroxyethylcellulose, or carboxymethylcellulose can be used.

[0082]

- When the color conversion member is mainly formed from a fluorescent colorant, a film is formed by vacuum evaporation or a sputtering method through a
- 25 desired mask pattern of the color conversion member. On the other hand, when it is formed from a fluorescent colorant and a resin, the fluorescent colorant, the resin and the resist are mixed and separated or solubilized, and a film is formed by a method such as spin coating, roll coating, or casting, and patterned with a desired color conversion member pattern by a photolithography method or patterned with a desired color
- 30 conversion member pattern by a screen printing method or the like, which is general. The film thickness of one in which the color conversion member is formed from a fluorescent colorant or a fluorescent colorant and a resin is not particularly limited, as

long as it can absorb light emission of the organic EL element sufficiently and does not prevent fluorescence from generating. About 10 nm to 1 mm is normally appropriate, although it varies slightly depending on fluorescent colorants. In addition, in particular, a thing in which the color conversion member is formed from a fluorescent colorant and a resin, may have a concentration of a fluorescent colorant in such a range that does not cause concentration quenching of the fluorescence and can absorb light emission of the organic EL element. Although it depends on the types of fluorescent colorants, the concentration of 1 to  $10^{-4}$  mol/kg to a resin to be used is preferably used.

[0083] 3. Color filter

As a color filter used in the present invention, for example, only a colorant below or a solid state one in which a colorant is dissolved or dispersed in a binder resin can be given.

[0084]

Red (R) colorant: a single or a mixture of at least two types of a perylene based pigment, a lake pigment, an azo based pigment, a quinacridon based pigment, an anthraquinone based pigment, an anthracene based pigment, an isoindoline based pigment, an isoindolinon based pigment and the like.

[0085]

Green (G) colorant : a single or a mixture of at least two types of a halogen polysubstituted phthalocyanine based pigment, a halogen polysubstituted copper phthalocyanine based pigment, a triphelmethane based dye, an isoindoline based pigment, an isoindolinon based pigment and the like.

[0086]

Blue (B) colorant : a single or a mixture of at least two types of a copper phthalocyanine based pigment, an indanthrone based pigment, an indophenol based pigment, a cyanine based pigment, a dioxazine based pigment and the like.

[0087]

On the other hand, as for the binder resin, a transparent material (visible light 50 % or more) is preferable. For example, a transparent resin (high molecule) such as polymethylmethacrylate, polyacrylate, polycarbonate, polyvinyl alcohol, polyvinylpyrrolidone, hydroxyethyl cellulose, or carboxymethylcellulose can be given.

[0088]

Note that a photosensitive resin to which a photolithography method can be applied is also selected in order to separately arrange color filters planarly. For example, a photo-curing type resist material having a reactive vinyl group of an acrylic acid based, a methacryl acid based, a poly cinnamic acid vinyl based, a ring rubber based or the like can be given. In the case of using a printing method, a printing ink (medium) using a transparent resin can be selected. For example, a monomer, oligomer or polymer of polyvinyl chloride resin, melamine resin, phenol resin, alkyd resin, epoxy resin, polyurethane resin, polyester resin, maleate resin, polyamide resin, or a transparent resin such as polymethylmethacrylate, polyacrylate, polycarbonate, polyvinyl alcohol, polyvinylpyrrolidone, hydroxyethylcellulose, or carboxymethylcellulose can be used.

[0089]

When the color filter is mainly formed from a colorant, a film is formed by vacuum evaporation or a sputtering method through a desired mask pattern of the color filter. On the other hand, when it is formed from a colorant and a binder resin, the fluorescent colorant, the resin and the resist are mixed and dispersed or solubilized, and a film is formed by a method such as spin coating, roll coating, or casting, and patterned with a desired color filter pattern by a photolithography method or patterned with a desired color filter pattern by a printing method or the like, which is general.

[0090]

It is preferable that thickness and transmittance of each color filter are set as follows.

R: Film thickness 0.5 to 5.0  $\mu\text{m}$  (transmittance 50 % or more / 610 nm), G : Film thickness 0.5 to 5.0  $\mu\text{m}$  (transmittance 50 % or more / 545 nm), B : Film thickness 0.2 to 5.0  $\mu\text{m}$  (transmittance 50 % or more / 460 nm)

[0091]

In addition, in particular, one in which a color filter is formed from a colorant and a binder resin may have a concentration of the colorant such that the color filter can be patterned without any difficulty and in such a range that can transmit light emission from the organic EL element adequately. Although it depends on the types of colorants, the colorant is included at 5 to 50 weight% in the color filter film including a

binder resin to be used.

[0092]

A black matrix can be used in the present invention. As this black matrix, for example, thin films of metals and metal oxide, and black colorants can be given. As specific examples of the thin films of metals and metal oxide, a thin film of a metal such as chromium (Cr), nickel (Ni), or copper (Cu) and an oxide thereof can be given. As a mixture of the above metal and metal oxide, a thing with optical concentration of 3.0 or more (film thickness of 100 to 3000 angstrom) is preferable.

[0093]

As a specific example of a black colorant, carbon black, titanium black, aniline black, a thing blackened by mixing a colorant of a color filter, or a solid state thing in which the above colorant is dissolved or dispersed in a binder resin similarly to the color filter, can be given.

[0094]

The thin film of metal or metal oxide can be formed over the entire surface of an insulating substrate by a sputtering method, an evaporation method, a CVD method or the like, or formed over at least the entire face of a display portion by a masking method, and then, patterned by a photolithography method, thereby forming a pattern of black matrix.

[0095]

In the case of using a black colorant, patterning can be conducted so as to form a black matrix as well as the case of the color filter.

[0096]

[Example] Hereinafter, an example of the present invention is described more specifically.

#### ① Manufacturing of organic EL element

A glass substrate 5 in which an In-Sn-O based transparent electrode 43 had been formed was washed with ultrasonic in isopropyl alcohol for five minutes, and then, cleaned with UV ozone for 30 minutes. The glass substrate provided with the transparent electrode after cleaning was set in a substrate holder of the vacuum evaporation apparatus, and a film of

4,4'-bis[N,N-di(3-methylphenyl)amino]-4''-phenyl-triphenylamine (hereinafter, abbreviated as [TPD74 film]) with a thickness of 80 nm was formed to cover the transparent electrode on the side of the face in which the transparent electrode has been formed. This TPD film 74 functions as a first hole injecting layer. Following the formation of the TPD film 74, a film of 4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (hereinafter, abbreviated as [NPD film]) with a thickness of 20 nm was formed over this TPD film 74. This NPD film functions as a second hole injecting layer (hole transporting layer). Further, following the formation of the NPD film, a film of 4,4'-bis[2,2-diphenylvinyl]biphenyl (hereinafter, abbreviated as [DPVBi film]) and LumogenFred (produced by BASF) with a thickness of 40 nm was formed over the NPD film such that the weight ratio becomes 99 : 1. This co-evaporation film functions as a light-emitting layer. And a tris(8-quinolinol)aluminum film (hereinafter, abbreviated as [Alq film]) with a thickness of 20 nm was formed over this light-emitting layer. This Alq film functions as an electron injecting layer. This light-emitting layer and the electron injecting layer form an organic layer 42. After that, below the glass substrate provided with the transparent electrode in which up to the above Alq film was formed (evaporation source side), a mask having an opening was set and magnesium (Mg) and silver (Ag) were dual-evaporated to form an Mg : Ag alloy film with a thickness of 200 nm in a predetermined position over the Alq film. At this time, the evaporation rate of Mg was 2 nm/sec and the evaporation rate of Ag was 0.1 nm/sec. The Mg : Ag alloy film functions as a cathode 41.

## ② Manufacturing of color conversion member (green conversion film)

The glass substrate was set in a screen printing apparatus and coumarin6 of a concentration of 0.03 mol/kg, and polyvinyl chloride resin as a binder resin (average molecular weight 20000), and an ink (viscosity 8000 cps) dissolved in cyclohexanone as a solvent were printed on the glass substrate, and baked at 80 °C, thereby obtaining a green conversion film (2G) with a thickness of 20 μm.

## ③ Manufacturing of color conversion member (red conversion film)

The glass substrate was set in a screen printing apparatus and coumarin 6 of 0.03 mol/kg, a fluorescent pigment in which rhodamine 6G of 4 weight% and

rhodamineB of 4 weight% were kneaded in benzoguanamine resin, and an ink (viscosity 8000 cps) in which polyvinyl chloride resin as a binder resin (average molecular weight 20000) were dissolved in cyclohexanone were printed, and baked at 80 °C, thereby obtaining a red conversion film (2R) with a thickness of 20 μm.

5     ④ Manufacturing of blue color filter

An acrylate based photo-curing type resist (viscosity 10 cps) in which copper phthalocyanine based pigment (C.I. pigment blue 15:6) of 28 weight% (solid content) and a dioxazine based pigment (C.I. pigment violet 23) of 2 weight% (solid content) of 30 weight% (solid content) were dispersed was spin-coated on the glass substrate, 10 baked at 80 °C, and then, the resist film was exposed to light through a mask at 300 mJ/cm<sup>2</sup> (365 nm) in an exposure apparatus using a high-pressure mercury lamp as a light source. Next, after developing with 1 weight% sodium carbonate water solution at a room temperature for two minutes, it was baked at 200 °C, thereby forming a pattern of a blue color filter. The blue color filter (3B) had a thickness of 2 μm.

15     ⑤ Manufacturing of green filter

An acrylate based photo-curing type resist (viscosity 10 cps) in which a copper halide phthalocyanine based pigment (C.I. pigment green 36) of 23 weight% and an azo based pigment (C.I. pigment yellow 83) of 7 weight% were dispersed was spin-coated on the glass substrate, baked at 80 °C, and then, the resist film was exposed to light 20 through a mask at 300 mJ/cm<sup>2</sup> (365 nm) in an exposure apparatus using a high-pressure mercury lamp as a light source. Next, after developing with 1 weight% sodium carbonate water solution at a room temperature for two minutes, it was baked at 200 °C, thereby forming a green color filter. The green color filter (3G) had a thickness of 2 μm.

25     ⑥ Manufacturing of red color filter

An acrylate based photo-curing type resist (viscosity 10cps) in which an anthraquinone based pigment (C.I. pigment green 177) of 24 weight% and an azo based pigment of 6 weight% (C.I. pigment yellow 6) were dispersed was spin-coated on the glass substrate, baked at 80 °C, and then, the resist film was exposed to light through a 30 mask at 300 mJ/cm<sup>2</sup> (365nm) in an exposure apparatus using a high-pressure mercury lamp as a light source. Next, after developing with 1 weight% sodium carbonate water

solution at a room temperature for two minutes, it was baked at 200 °C, thereby forming a red color filter. The red color filter (3R) had a thickness of 2 μm.

⑦ Evaluation of the three primary colors

The color conversion film of each color and the color filter of each color are arranged over the glass substrate of the organic EL element manufactured in ① in the arrangement shown in FIG. 2 and superimposed. When they are superimposed, a fluorohydrocarbon solution (produced by Sumitomo 3M, product name : Fluorinert) was put into the gap so as to enhance adhesion. When the organic EL element was lightened at 10 V, light emission of each pixel as follows. This luminance ratio is preferable since white balance is good.

Luminance	
Blue	10 cd/m <sup>2</sup>
Green	72 cd/m <sup>2</sup>
Red	20 cd/m <sup>2</sup>

In other words, the red luminance can be increased.

[0097]

[Effect of the Invention]

As described above, the red conversion efficiency can be increased by the present invention and a display element which is capable of high efficient three primary light emission can be provided.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] A cross-sectional view schematically showing one embodiment mode of a display element of the present invention.

[FIG. 2] A cross-sectional view schematically showing one embodiment mode of a display element of the present invention.

[FIG. 3] A cross-sectional view schematically showing an organic EL element including a blue emission component (element) and a red emission component (element), (a) shows a stacking case, (b) shows a attaching case and (c) shows a case of addition and mixture.

[FIG. 4] A cross-sectional view schematically showing a conventional display element.

## [Explanation of Reference numerals]

1. Light-emitting member
2. color conversion member
3. color filter
- 5 4. organic EL element
5. glass substrate
6. attaching member
11. blue emission component (element) (B)
12. red emission component (element) (R)
- 10 13. green emission component (element) (G)
41. cathode
42. organic layer
43. anode.



**Family list**

4 family members for:

**JP2000111721**

Derived from 2 applications.

[Back to JP200](#)**1 Colour filter**Publication info: **GB2344346 A** - 2000-06-07**GB9922027D D0** - 1999-11-17**2 COLOR FILTER AND ORGANIC MULTICOLOR LIGHT EMITTING ELEMENT**Publication info: **JP3674819B2 B2** - 2005-07-27**JP2000111721 A** - 2000-04-21Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide